UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Telecomunicació
i Aeroespacial de Castelldefels

TREBALL DE FI DE GRAU

TÍTULO DEL TFG: Análisis y propuesta de ampliación de la terminal corporativa del aeropuerto de Barcelona-El Prat

TITULACIÓN: Grau en Enginyeria d'Aeronavegació y Grau en Enginyeria d'Aeroports

AUTORES: Esther Delgado Pinedo
Alba Marín Garcia

DIRECTOR: Climent Molins Borrell

FECHA: 6 de julio de 2016

Título: Análisis y propuesta de ampliación de la terminal corporativa del aeropuerto de Barcelona-El Prat

Autores: Esther Delgado Pinedo
Alba Marín Garcia

Director: Climent Molins Borrell

Fecha: 6 de julio de 2016

Resumen

En este documento se lleva a cabo el proyecto teórico de ampliación de la terminal corporativa del Aeropuerto de Barcelona-El Prat.
Este proyecto tiene dos objetivos: Por un lado se intenta determinar la prognosis de tráfico corporativo para el aeropuerto en un horizonte medio de diseño siguiendo las indicaciones de los organismos aeronáuticos pertinentes. Por otro, se usan los datos obtenidos para proyectar una ampliación del actual edificio terminal que siga cumpliendo toda la normativa aeronáutica y que pueda absorber el nuevo tráfico previsto, así como albergar las oficinas de las empresas que operan en el edificio.
Para llevar a cabo el primer punto, el de la prognosis y el pertinente diagnóstico, se hace una búsqueda de los métodos más extendidos para el cálculo de previsiones. Se decide cuál es mejor para el horizonte propuesto y se hace la proyección.
Una vez se tienen los resultados, siguiendo los porcentajes de uso normalizados, se calculan los nuevos porcentajes de uso esperados para el futuro.
Se analiza si el edificio actual será capaz de albergar todo el tráfico, y al ver que no lo es, se propone la ampliación.
En la segunda parte, la parte de diseño de la ampliación, se analiza que opciones de terreno hay disponibles. Una vez escogido el terreno, se proyecta una continuación más pequeña de la terminal actual.
Al tener dos terminales unidas, se propone hacer una separación de flujos para hacer aún más exclusivo el terminal, así los pasajeros usarán sólo la terminal existente, y la nueva albergará nuevas oficinas para que operen las empresas y/o AENA.
Se diseñan los nuevos espacios para cumplir las necesidades previstas. Se rediseñan los espacios de la terminal antigua para que pueda albergar de mejor forma el nuevo tráfico en el futuro.
Una vez hechos los diseños, se calcula la estructura y la cimentación. Se opta por una estructura metálica. Seguidamente se calculan los forjados y cubierta. También se calculan los cerramientos para que cumplan los requisitos térmicos.
Finalmente una vez hecho se pasa a hacer la planificación de la obra con el uso de Diagramas de Gannt.
Esta planificación se acompaña con un presupuesto aproximado de lo que costaría llevar a cabo este proyecto.
Se presentan en este proyecto todos los documentos necesarios para justificar su diseño y cálculo, así como para llevar a cabo su construcción.
El proyecto en sí, se presenta en un ámbito académico, como requisito para la obtención del título de Grado en ingeniería de Aeropuertos/Aeronavegación.

Title : Analysis and ampliation proposal of the executive terminal of Barcelona-El Prat's airport

Authors: Esther Delgado Pinedo
Alba Marín Garcia

Advisor: Climent Molins Borrell

Date: July 6, 2016

Overview

This document carries out the theoretical project of extension of the corporate terminal of the Barcelona-El Prat's Airport.
This project has two aims: In one hand tries to determine the prognosis of corporate traffic for the airport in an average horizon of design following the indications of the pertinent aeronautical organisms. In the other, use the data obtained to project an extension of the current terminal building that follow fulfilling all the aeronautical rules and that it can absorb the new traffic, as well as place the offices of the companies that operate in the building.
To carry out the first point, the prognosis and the pertinent diagnostic, a search of the most extended methods for the forecast calculation is done. Then which is better for the horizon proposed is chosen and the projection is done.
Once we have the results, following the percentages of use of the terminal, the new percentages of use expected for the future are calculated.
We analyze if the current building will be able to house all the traffic, and we obtain that it is not, so we propose the extension.
In the second part, the part of design of the extension, we analyse the two terrain options available. Once chosen the terrain, we project a smaller continuation of the current terminal.
As now there are two terminals joined, we propose to do a separation of fluxes to do even more exclusive the terminal, due to the fact that the passengers will use only the existent terminal, and the new will house new offices where the companies and/or AENA will work.
We then design the new spaces to fulfil the new needs.
Once done the design, we calculate the structure and the foundation. We opt for a metallic structure. Later on we calculate the cover. Also we calculate the closings because they fulfil the thermal requirements.
Finally we do the planning of the work with the use of Gantt's Diagram.
This planning is accompanied by an approximated budget of what would cost to carry this project out.
We present in this project all the necessary documents to justify the design and calculation, as well as to carry out his building.
The project is presented in an academic field, as a requirement for the obtention of the title of Grau en Enginyeria en Aeronavegació/ Grau en Enginyeria en Aeroports.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

La aviación corporativa, formada por la aviación general así como por aviación privada, es un sector que está en auge.
Tal crecimiento conlleva la aparición de un nuevo concepto de Terminal muy diferente de las habituales Terminales Comerciales: las Terminales Corporativas.
Este tipo de instalaciones están diseñadas con el objetivo de satisfacer las necesidades de los usuarios más exclusivos del panorama aeronáutico.

En el caso particular de estudio del proyecto, es decir, del Aeropuerto de Barcelona-El Prat, el porcentaje de pasajeros relativo a la aviación corporativa ha crecido de forma continua durante los últimos años. Tanto es así, que en 2008 se inauguró la Terminal Corporativa que actualmente procesa este volumen de tráfico así como su plataforma correspondiente que da cabida a los estacionamientos de las aeronaves utilizados por éste tipo de tráfico (normalmente siempre son jets corporativos y privados de mediano tamaño).

En este Terminal los espacios son muy diferentes a los de un Terminal Comercial común.
El trato a los pasajeros es exclusivo y muy particular.
No dispone de espacios para concesionarios, por tanto no hay ni restaurantes, ni duty-free ni ningún tipo de tienda o comercio. En su lugar, todas las salas de espera tienen una amplia sección en la que los clientes se pueden deleitar con todo tipo de comida de manera gratuita (dentro del servicio que pagan a los operadores de estas Terminales).
Las terminales corporativas suelen contar con una sala de autoridades.
Los operadores que encontramos en este tipo de terminales tampoco son los mismos, las compañías dedicadas a este tipo de tráfico son diferentes de las del tráfico comercial y tienen sus oficinas y/o bases en las terminales corporativas.
Es muy usual encontrar espacios de descanso para pilotos de las corporaciones.
El control de seguridad es otro punto de diferencia, así como en las típicas terminales comerciales se segrega el flujo en función del destino, en las corporativas se hace de forma contraria y el flujo se procesa a través de un mismo control.
Con todo lo enumerado anteriormente, podemos ver como este tipo de terminales distan mucho de las que más conocemos a nivel de pasajero.

Así pues, el continuo crecimiento mencionado previamente que se ha dado en este tipo de tráfico, crea la necesidad de estudiar si los medios de los cuales dispone la actual Terminal Corporativa son suficientes para satisfacer la futura demanda de tráfico aéreo.
La aparición de esta necesidad de estudio es la base de este proyecto. Con éste, se pretende analizar la futura situación del flujo corporativo a dos niveles, el primero es a nivel de pasajeros, y el segundo a nivel de operaciones.
Estos dos niveles nos darán un futuro dimensionamiento a partir del cual se podrá concluir si es necesario un aumento de terminal y/o plataforma (con sus correspondientes puestos de estacionamiento).

CAPÍTULO 1. PROGNOSIS TERMINAL CORPORATIVA DEL PRAT

En este proyecto se pretende realizar un estudio del tráfico esperado en la terminal corporativa del Prat en un periodo medio de unos 20 años. Una vez se obtengan los resultados se concluirá sobre la posible ampliación de ésta.

La variable de tráfico más relevante a la hora de planificar y de sacar costes, afecciones de entorno y necesidades de superficie en un aeropuerto, es el tráfico anual de pasajeros o el volumen anual de carga (en función del tipo de aeropuerto que se esté tratando).
Aun así, cuando se tienen que planificar procesos aeroportuarios, de operación, hay otro tipo de variables más adecuadas para el diseño, funcionamiento y dimensionamiento.
– Para dimensionar los diferentes procesos del edificio terminal se emplea la variable PHP, pasajeros-hora punta.
– Para dimensionar el número de stands de una plataforma de estacionamiento muchas veces se acude a la variable AHP, aeronaves-hora punta.

Así pues sea cuál sea la variable analizada (aeronaves, equipajes, pasajeros) y sea cual sea el proceso estudiado (facturación, salidas, llegadas) existe un lapso de tiempo característico de estudio. La respuesta del sistema a la carga máxima durante este lapso de tiempo determina tanto su eficacia como eficiencia y por tanto se usa en el diseño de procesos. Se habla generalmente de 'hora punta' o *peak hour analysis* en el día tipo o *busy day*.

Lo que propone IATA (Intenational Aviation Administration) es proyectar el denominado Día Tipo o *Busy Day* de la siguiente manera:
– *Busy Day*: Es el segundo día de mayor tráfico de una semana media del mes punta. Se excluyen las puntas de tráfico asociadas a acontecimientos especiales: fiestas nacionales, eventos deportivos, etc.

Una vez calculado el *Busy Day* se calcula el ratio respecto al tráfico anual teniendo en cuenta que éste se utilizará para proyectar los Busy Day futuros.
Sin embargo, no se debe hacer con el flujo medio horario del *Busy Day* porque la hora más representativa del día tipo suele ser bastante mayor a este flujo medio.
Aparece entonces el concepto de Hora Punta que se utilizará para el dimensionamiento de las diferentes áreas de la terminal aeroportuaria.
Para obtener los tráficos de hora punta se tiene que ir al registro del aeropuerto, en el cual se tiene el detalle de todas las operaciones que se realizan. Pueden por tanto conocer con todo detalle cualquier variable de tráfico asociada a cualquier lapso de tiempo

En función del nivel de calidad operativa aceptado se pueden definir distintos horas tipo, de diseño o de proyecto:
– *Aplicar el 85% a los valores punta o pico.*
– *Hora 30:* hora del año con el 30º máximo tráfico (también se suelen tomar la hora 40, ó 50).

– *Para OACI:* la hora punta del día promedio de los dos meses punta del año.
– *Para FAA*: la hora punta del día promedio del mes punta del año.
– *Para CAA:* la hora 30th más congestionada del año.

La hora punta nunca es la hora de más demanda de tráfico del año pues ello lleva a dimensionamientos antieconómicos. Además, en la hora de mayor congestión, el usuario suele aceptar un menor nivel de servicio.

Elegir una u otra definición es irrelevante ya que son mucho mayores los errores que se cometen con las previsiones de tráfico debido a la incertidumbre del futuro.
Deberemos excluir de las previsiones de demanda para el diseño las puntas producidas por eventos especiales de nuevo, aunque sí que serán tenidas en cuenta durante la fase de operación del aeropuerto.

Por todo lo explicado previamente, la proyección de tráfico que se llevará a cabo se divide en dos prognosis distintas:

– *Plataforma*
La capacidad de plataforma y campo de vuelos se proyectará a partir de la demanda de aeronaves en los periodos hora punta. Predomina el criterio de calidad operativa máxima.

– *Edificio Terminal*
Para los procesos de pasajeros y equipajes que condicionan las infraestructuras del área terminal ("lado tierra") así como las servidumbres, resultará antieconómico diseñar frente a demandas punta, por lo que se utilizará como parámetro de diseño las demandas tipo, de diseño o de proyecto, por lo que predomina el criterio económico.

Después de concluir sobre las prognosis a realizar, se hace una búsqueda de los métodos de prognosis usados para proyectar el tráfico aéreo.
Los resultados se pueden ver en el A. *Métodos de Prognosis*.
Para este tipo de prognosis, se usarán métodos causales, ya que permiten prognosis a largo y mediano plazo, y son las más prácticas de usar en este caso, ya que en el análisis de decisión, aunque también aplicable al mediano plazo como es, tiene el inconveniente de necesitar la opinión de un experto.

1.1. Prognosis de Pasajeros para dimensionamiento de la Terminal

Para poder analizar si es necesario una ampliación de la terminal corporativa del aeropuerto de Barcelona, como se ha dicho previamente, se lleva a cabo un estudio del volumen de pasajeros previsto para los próximos años en ésta.

Si se observan los datos de tráfico de los últimos años, como se aprecia en la figura 1.1, desde que la terminal corporativa abrió, el volumen de operaciones ha aumentado

de manera discreta en comparación a la manera que ha tenido de crecer el volumen de pasajeros. Esto indica que el tipo de tráfico ha cambiado y cada vez hay más pasajeros que viajan en una misma aeronave.
Por esta misma razón es de esperar que en el futuro, si sigue comportándose de la misma forma, sea necesario más espacio físico para el tratamiento de estas personas.

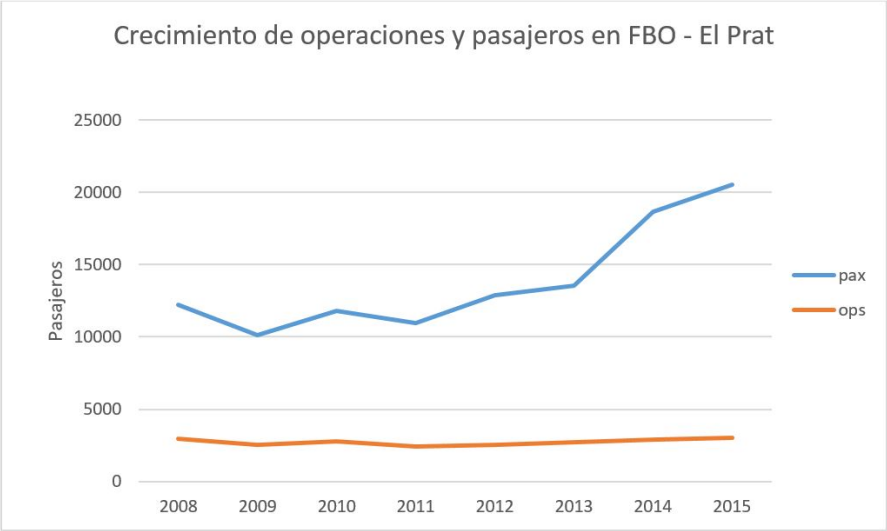


Figura 1.1: Crecimiento de operaciones vs. pasajeros en la terminal

Para empezar la prognosis nos fijamos en varios planes directores de aeropuertos españoles realizados por AENA. En ellos se muestra como para el dimensionamiento de OCT (otra clase de tráfico) se usa la tendencia del tráfico comercial, cuando las dos siguen un crecimiento similar.
Mirando pues el crecimiento de los dos tipos de tráfico para el aeropuerto de Barcelona en el período des del que la FBO está abierta obtenemos los resultados indicados en la figua 1.2.

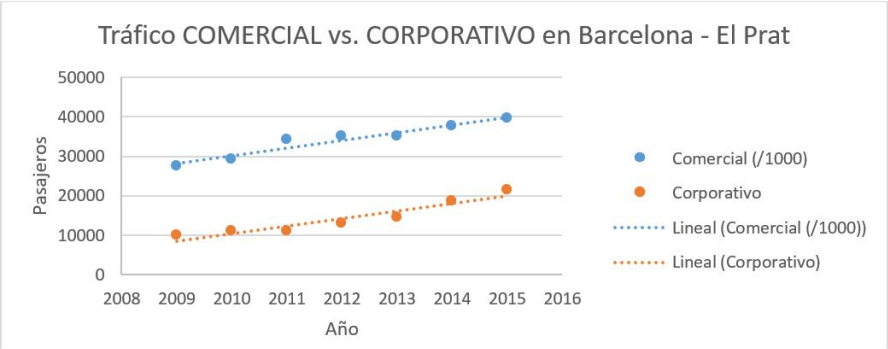


Figura 1.2: Tráfico comercial vs. tráfico corporativo en el aeropuerto de Barcelona-El Prat

Dado el anterior crecimiento analizamos si son muestras estadísticamente comparables. Para saber si las varianzas poblacionales son estadísticamente iguales o no se empleará la prueba F para varianzas de dos muestras con Excel. Los resultados se indican en la tabla 1.1.

F	1.65799207
P(F¡=f)	0.29625003
Valor crítico para F	5.050329

Tabla 1.1: Prueba F para variancias de dos muestras.

Dado que el estadístico F es igual a 1,657, menor que el valor crítico de 5.50, y que la probabilidad de estadístico 0,29 es superior a 0,05 (alpha), podemos asumir que las varianzas no presentan diferencias estadísticamente significativas.

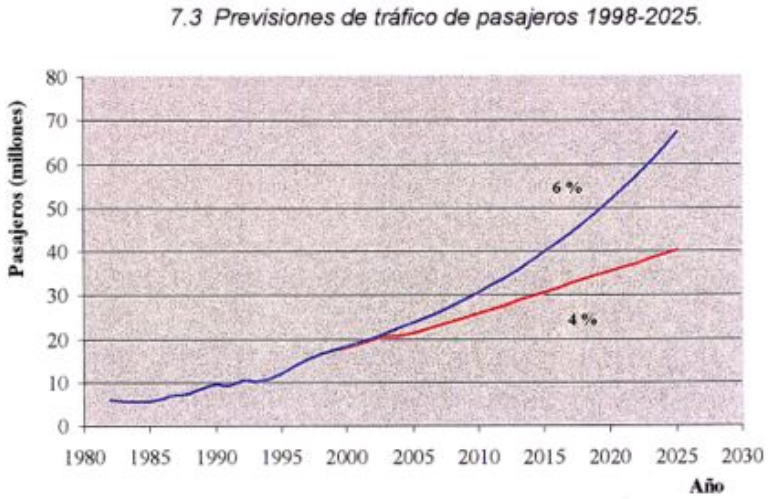
Por tanto las dos variables siguen un crecimiento comparable durante este período.
Por eso se puede optar por usar una de las más sencillas maneras de predicción causal: Proyección de la tendencia de tráfico comercial y extrapolación del de OCT a partir de ésta.
Este método es bastante sencillo y rápido. Consiste en proyectar al horizonte de estudio a partir de los históricos de datos la variable de tráfico comercial y extrapolar la de OCT a partir de esta. Para cuantificar el ajuste del modelo se usa el coeficiente de correlación de R^2, como se explica en Apéndice A. *Métodos de Prognosis*.
La principal desventaja es que se hace crecer dando por sentado que crecerá de la misma forma que lo ha hecho hasta el momento.

Haciendo la regresión lineal simple de tráfico en El Prat, se obtienen los valores de futuro tráfico con un valor de R^2 de 0.91 que se muestran en la tabla 1.2.

Año	Millones Pax.	Año	Millones Pax.
2016	41.819	2026	61.232
2017	43.760	2027	63.173
2018	45.702	2028	65.115
2019	47.643	2029	67.056
2020	49.584	2030	68.997
2021	51.525	2031	70.938
2022	53.466	2032	72.938
2023	55.408	2033	74.821
2024	57.349	2034	76.762
2025	59.290	2035	78.703

Tabla 1.2: Prognosis para tráfico comercial en 20 años vista.

Aunque a primera vista pueda parecer que son unos valores exagerados, si se tiene en cuenta el plan director del aeropuerto de Barcelona-el Prat se puede tomar como totalmente aceptables, como se muestra en la figura 1.3.



	Escenarios	
	4%	6%
2.005	21,1	23,4
2.010	25,7	30,4
2.015	30,5	39,6
2.020	35,3	51,5
2.025	40,0	67,0

Figura 1.3: Previsión del Plan Director de Barcelona para el tráfico de pasajeros con horizonte 2025

En este plan se aceptan como posibles dos casos optimistas con crecimientos de 4 % y 6 % respectivamente.

Si se comparan estos dos casos con la prognosis realizada se puede apreciar como para 2015 el valor del 6 % de crecimiento coincide con el pronosticado.
Si se coge el valor de trafico de 2010 se puede ver que este es de 29.2, un valor que se aleja 1 millón del proyectado para el caso del 6 % pero que igualmente se enmarca entre los dos crecimientos previstos.
Teniendo en cuenta esto y los datos obtenidos, se concluye que la previsión es aceptable, ya que, se encuentra entre los márgenes de crecimiento del 4 % y del 6 % para los años 2020 y 2025 como se observa en forma de tabla 1.3 y tiene un valor de R^2 adecuado.

	Escenarios(millones pax)		
	4 %	prognosis	6 %
2010	25.7	29.2	30.4
2015	30.5	39.6	39.6
2020	35.3	49.6	51.5
2025	40.0	59.3	67.0

Tabla 1.3: Comparativa prognosis realizada con la del plan director del aeropuerto de Barcelona-El Prat.

Se pasa a usar esta proyección para hacer la prognosis de tráfico del FBO de Barcelona. Los datos que se obtienen al extrapolar los datos de tráfico OCT a partir de la anterior previsión son los indicados en la tabla 1.4 y en la figura 1.4.

Año	Miles Pax.	Año	Miles Pax.
2015	20.559	2025	33.348
2016	20.004	2026	34.831
2017	21.486	2027	36.314
2018	22.969	2028	37.797
2019	24.452	2029	39.279
2020	25.935	2030	40.762
2021	27.417	2031	42.245
2022	28.900	2032	43.727
2023	30.382	2033	45.052
2024	31.866	2034	46.519

Tabla 1.4: Prognosis para tráfico Corporativo en 20 años vista.

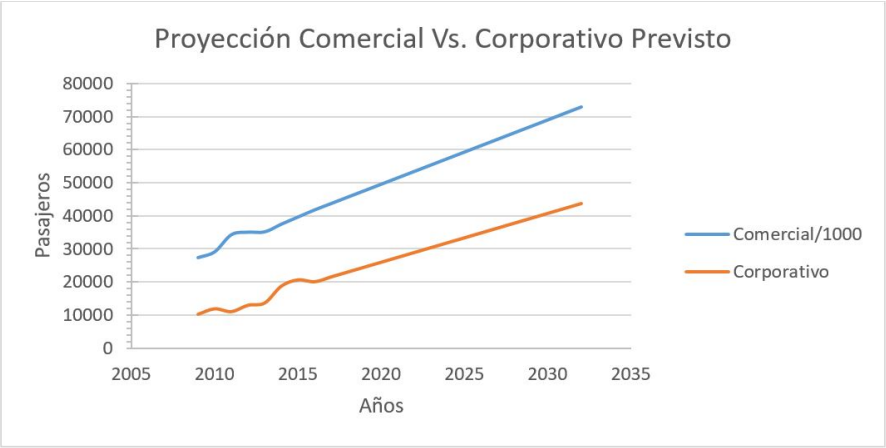


Figura 1.4: Prognosis comercial y corporativo previsto para el horixonte de estudio

Con lo cual se tiene una proyección de 46.500 pasajeros para el año 2034.

Es el momento de calcular el *Busy Day* para posteriormente sacar la Hora Punta de este día y tener el tráfico máximo esperado en el terminal.

Para calcular el *Busy Day* se tiene que saber la distribución de tráfico por día, dentro del mes punta. El problema que se presenta es que estos datos no son accesibles desde la web pública de AENA. Sólo se puede tener el acumulado mensual, y no los valores diarios.
A través de los porcentajes de pasajeros mensuales respecto el valor total, lo que sí que se puede saber, es cuál es el mes punta. En este caso los meses punta són enero y julio como se puede observar en la tabla 1.4 con un 10.1 % del tráfico anual.

Ya que nos es imposible calcular el valor del *Busy Day* lo que se hará es dar un valor de la demanda mensual que se prevé en función de los porcentajes de usos actuales, asumiendo que permanecerán en un futuro unos valores similares.
Una vez calculados estos valores, que también se aprecian en la tabla, se calculará el valor diario medio, asumiendo que un mes tipo tiene 30 días, que es el último valor que se aprecia en la tabla .1.4

Para finalizar este estudio se pasa a calcular el valor de Hora Punta asumiendo la definición que dice que en la Hora Punta como máximo se tendrá un 80 % del tráfico diario.

Cogiendo el valor máximo de tráfico diario a lo largo de los meses, es decir, el valor de tráfico diario de julio (y enero) de 157 pax, obtenemos que el máximo número de pax que se encontrarán en la misma hora dentro de la terminal será 125 pax.

Por tanto, tendremos que mirar si el espacio actual es suficiente para alojar este volumen de tráfico, y si no lo es, ampliar el existente terminal.

Mes	%	Pax Mensuales estimados	Pax diarios estimados
enero	10.1	4697	157
febrero	7.7	3581	119
marzo	7.8	3627	121
abril	7	3255	109
mayo	9.8	4557	152
junio	7.7	3581	119
julio	10.1	4697	157
agosto	7	325	109
septiembre	8.1	3767	126
octubre	8.5	3953	132
noviembre	7.9	3674	122
diciembre	8.4	3906	130

Tabla 1.5: Pasajeros diarios estimados para el año 2034 a partir de las estadísticas de AENA

1.2. Prognosis de Operaciones para dimensionamiento de la Plataforma

Para poder concluir sobre si es necesario un aumento de plataforma se tendrá que estudiar el volumen de operaciones y la prognosis que se espera de éstas.

A priori podría parecer que ya que el tráfico de pasajeros aumenta notablemente debería pasar lo mismo con la plataforma, pero el hecho es que como tienen dos crecimientos muy diferentes (el volumen de tráfico y el de operaciones) como se ve en la figura 1.5 se tienen que estudiar por separado.

Figura 1.5: Comparativa de crecimiento OPS vs PAX en terminal corporativa El Prat

Lo primero que se hace es comparar de nuevo el crecimiento de OCT con el de Comercial,

esta vez para el volumen de operaciones. Si los dos crecimientos son parecidos se podrá hacer la predicción como en el caso anterior, a partir del comercial sacar la prognosis del de OCT.

Al hacerlo esta vez se obtienen dos tendencias no comparables, como se aprecia en la figura 1.6

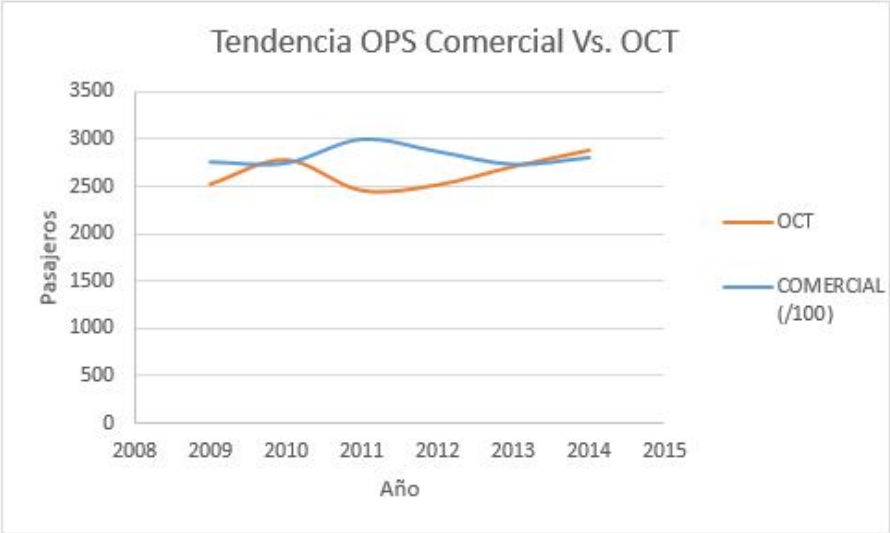


Figura 1.6: Comparativa de crecimiento OPS Comercial vs. OPS OCT en terminal corporativa El Prat

Dado a que no se puede proceder como en el caso anterior lo que se debe hacer en este caso es otro tipo de método de prognosis: La previsión econométrica.

El análisis econométrico trata de abarcar la influencia de un número mayor o igual a dos variables que influenciaran el tráfico aéreo.

Se usan regresiones lineales múltiples con ecuaciones que siguen la forma de la ecuación 1.1 explicado en el Apéndice A. *Métodos de Prognosis*.

$$y = A_0 + A_1 x_1 + \ldots + A_n x_n \tag{1.1}$$

Donde Ao es la ordenada en el origen de la recta de regresión, los coeficientes de A1-An son los coeficientes de las diversas variables y las variables en si están representadas por las X.

Presenta la ventaja de que permite conocer de manera precisa la evolución por segmentos y como desventaja que es complicado encontrar la regresión múltiple más idónea.

Se buscan pues diferentes variables que suelen estar involucradas en el crecimiento del tráfico aéreo.
En las previsiones econométricas más habituales se suele tomar como variables el crecimiento de la población (POB), acompañado del producto interior bruto (PIB) y el nivel de

exportaciones del país o región (EXP).
En este caso también se han cogido otras con posible influencia, como son el volumen de Sociedades mercantiles creadas por año (SM-indicador económico) y el volumen de importaciones (IMP-indicador económico también), para ver si afectan de alguna forma.

Se plantean 6 posibles situaciones de prognosis, en las cuales el tráfico de operaciones OCT seria influenciado por una combinación diferente de las variables anteriormente mencionadas.

Estos 6 escenarios son los siguientes:

– ESCENARIO 1: Crecimiento de operaciones determinado por *POB, PIB, EXP, IMP y SM*.
– ESCENARIO 2: Crecimiento de operaciones determinado por *POB, PIB, EXP e IMP.*
– ESCENARIO 3: Crecimiento de operaciones determinado por *POB, PIB, EXP y SM*.
– ESCENARIO 4: Crecimiento de operaciones determinado por *POB, PIB y EXP.*
– ESCENARIO 5: Crecimiento de operaciones determinado por *POB y PIB.*
– ESCENARIO 6: Crecimiento de operaciones determinado por *POB y EXP.*

Los datos de partida, obtenidos del Ministerio de Fomento y de Idescat, son los indicados en la tabla 1.6

Año	POB(millones)	EXP(núm)	IMP(núm)	PIB(eur)	SM(núm)	OCT(ops)
2009	5.487	33480	47271	208448	11825	2521
2010	5.511	38073	54112	209.846	11558	2783
2011	5.529	42321	57191	209716	12467	2453
2012	5.552	45444	54941	206920	13159	2514
2013	5.541	45828	52944	206617	14237	2711
2014	5.524	47184	57738	209282	14239	2886

Tabla 1.6: Datos de partida sacados de las bases de datos de Idescat y Ministerio de Fomento

Se proyectan pues las 5 variables para el horizonte de estudio de 2032:

– *Población:*
En el caso de la población se usa la predicción media hecha por Idescat, extrapolada solo a la región de Barcelona que se muestran en la figura 1.7

– *Exportaciones, Importaciones, Producto Interior Bruto y Creación de Sociedades Mercantiles:*

Se cogen los datos del Ministerio de Fomento Español para *EXP* e *IMP* en el área de Barcelona, y de Idescat para *PIB* y *SM* para el área de Barcelona.
Se proyectan las series para el horizonte estudiado y se obtienen los datos de 2015 hasta 2034 (con factor de R^2 mayor a 0.9) que se muestran en la figura 1.8

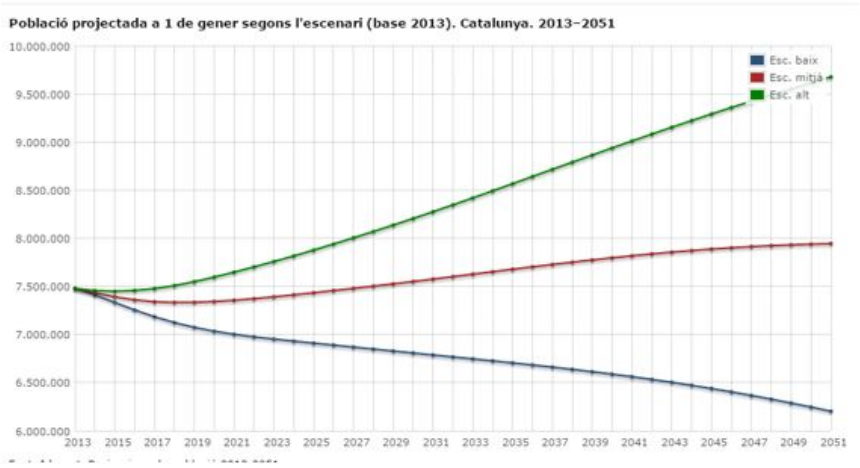


Figura 1.7: 3 estimaciones para la población de la región de Barcelona para el año 2051

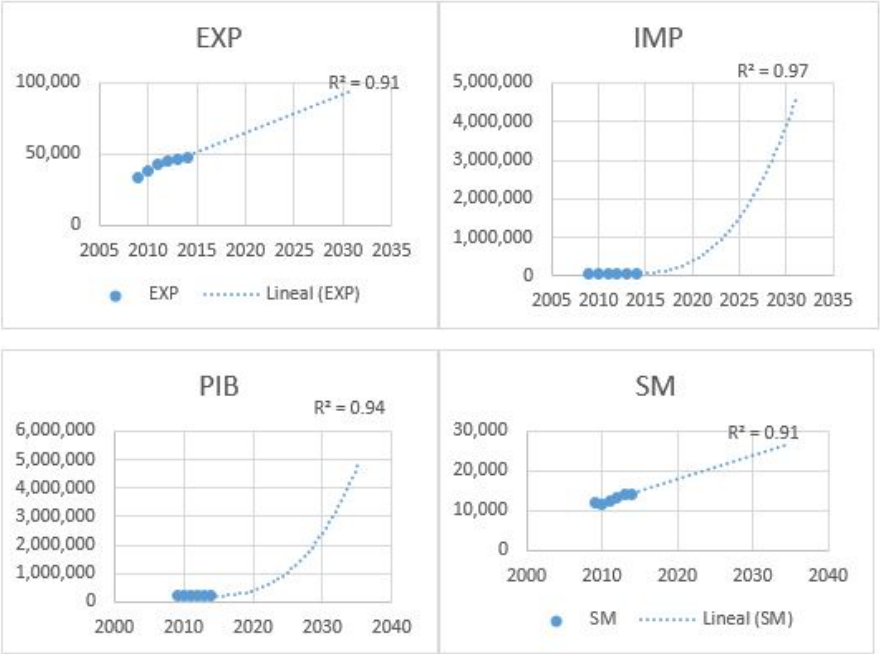


Figura 1.8: Proyección de *EXP*, *IMP*, *SM* y *PIB* para el área de Barcelona a partir de los datos de partida

Una vez se tienen los datos de las variables proyectadas, se simulan los 6 escenarios propuestos usando la ecuación 1.1.
Los resultados son los que siguen:

Figura 1.9: Escenarios proyectados a partir de los escenarios descritos anteriormente.

Analizamos los primeros resultados representados en la figura 1.9 y eliminamos aquellas proyecciones que nos dan valores negativos ya que no tienen sentido.
Cogiendo sólo los positivos nos quedamos con 4 posibles escenarios representados en la figura 1.10 más o menos optimistas.

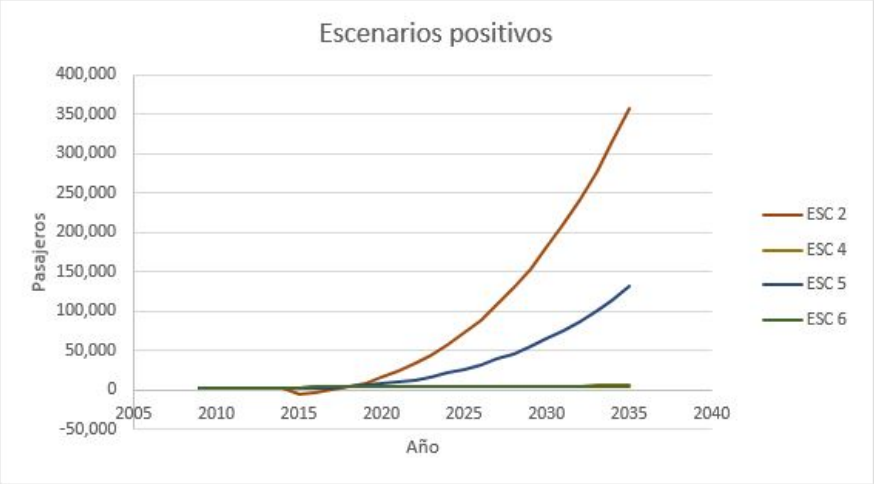


Figura 1.10: Proyecciones optimistas de crecimiento de la variable de operaciones de tráfico corporativo

Volviendo a analizar los escenarios positivos nos damos cuenta de que el escenario 2 se llega a valores de 350.000 operaciones anuales, lo que representa un de crecimiento de un 24 %. Por su parte el 5 llega a 140.000 operaciones anuales lo que representa un 18 % de crecimiento.
Por tanto se concluye que tanto el 2 como el 5 no son realistas y se eliminan del estudio.
Así pues, nos quedan como posibles el escenario 4 y el escenario 6 que se muestran en la sidguiente figura 1.11.

El escenario 4 aparece con un 3.0 % de crecimiento anual medio y el escenario 6 con un 2.5 % de crecimiento anual medio, valores aceptables.

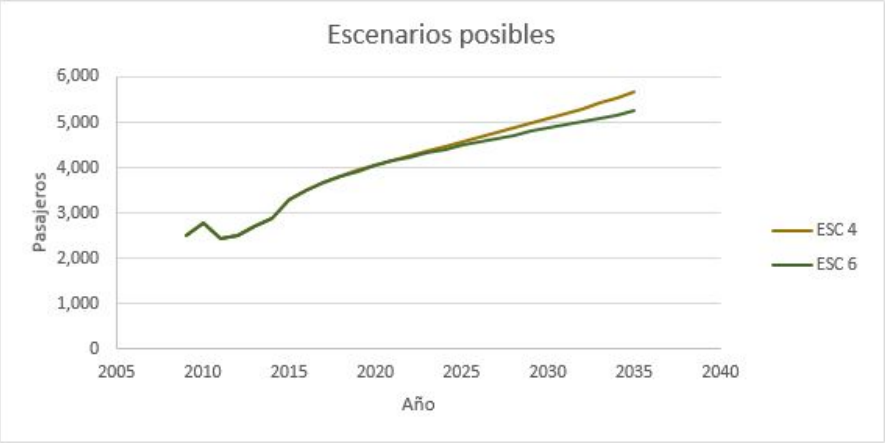


Figura 1.11: Dos escenarios posibles finales.

Se decide quedarse como definitivo el escenario 4. Es más optimista que el 6 y es el que tiene como variables las 3 variables principales que anteriormente se ha comentado que influían, que son: *POB*, *PIB* y *EXP*.

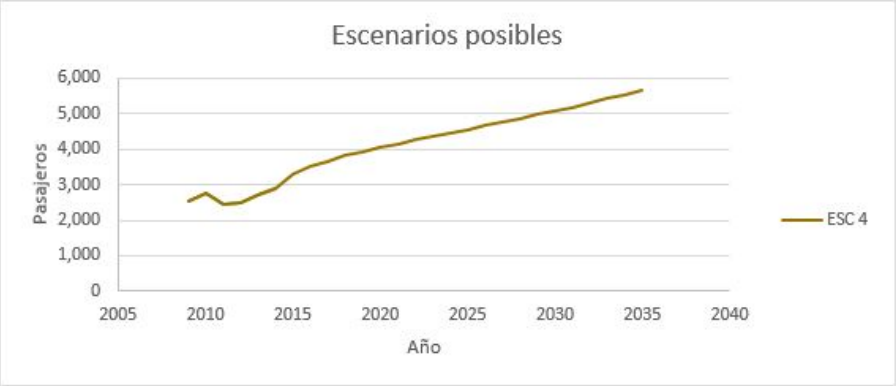


Figura 1.12: Escenario resultante final del estudio econométrico.

Por tanto asumiendo el escenario 4 mostrado en la figura 1.12, tenemos los siguientes resultados (1.7):

Año	OPS	Año	OPS
2009	2521	2022	4265
2010	2783	2023	4365
2011	2453	2024	4465
2012	2514	2025	4560
2013	2711	2026	4660
2014	2886	2027	4760
2015	3300	2028	4870
2016	3500	2029	4975
2017	2670	2030	5050
2018	3815	2031	5200
2019	3950	2032	5300
2020	4060	2033	5418
2021	4160	2034	5538

Tabla 1.7: Prognosis operaciones corporativas para el año 2034 en el aeropuerto de El Prat-Barcelona

Con lo cual se tiene una proyección de 5.538 operaciones para el año 2034.

De nuevo, nos encontramos en el momento de calcular el *Busy Day* y posteriormente sacar la carga máxima usando el concepto de Hora Punta. Otra vez, de la misma forma, volvemos a no disponer del tráfico diario, sinó del mensual. Es por eso que procederemos como en el caso anterior.

Si se analiza la evolución mensual a lo largo de los años de la terminal corporativa se puede llegar a dar un número aproximado de la demanda mensual que se prevé, así como de la diaria, para poder hacer un buen dimensionamiento de los nuevos espacios.
Teniendo los siguientes porcentajes de uso de la terminal por mes actuales, se obtiene la distribución de operaciones mensuales indicada en la tabla 1.8, teniendo en cuenta que un mes standard tiene 30 días y que los porcentajes de uso seguiran siendo similares.

Para finalizar este estudio se pasa a calcular el valor de Hora Punta asumiendo la definición que dice que en la Hora Punta como máximo se tendrá un 80 % del tráfico diario.

Vemos tabulado, que hemos obtenido como día mas congestionado el día medio del mes de julio (con mayo y octubre) con un total de 20 vuelos. Calculando el valor de Hora Punta se obtiene que como máximo al dia se tendrá a la vez 16 aeronaves. Por tanto, tendremos que mirar si el espacio actual es suficiente para alojar este volumen de tráfico, y si no lo es, ampliar la existente plataforma.

Mes	Porcentaje	OPS Mensuales estimadas	OPS diarias estimadas
enero	4.7	260	9
febrero	6.9	382	13
marzo	8.0	443	15
abril	8.7	481	16
mayo	10.8	598	20
junio	10.2	565	19
julio	10.6	588	20
agosto	6.8	376	13
septiembre	8.4	465	16
octubre	10.8	598	20
noviembre	8.1	448	15
diciembre	6.0	332	11

Tabla 1.8: Operaciones diarias estimadas para el año 2034 a partir de las estadísticas de AENA

CAPÍTULO 2. TERMINAL ACTUAL

2.1. Localización y desarrollo del proyecto

El proyecto de la Terminal corporativa de Barcelona – El Prat nace de la necesidad de cubrir las necesidades de un sector de la aviación en auge, la aviación ejecutiva y general. Los usuarios de este tipo de aviación buscan un servicio rápido, discreto y efectivo que las terminales de pasajeros que conocemos no siempre son capaces de satisfacer.

Así, el crecimiento desde el año 2000 de la demanda de la aviación ejecutiva, llevó en 2006 al inicio de las obras del proyecto de una de las cuatro terminales corporativas que podemos encontrar hoy en día en España. Con un presupuesto de 4,8 millones de euros, la Terminal se construyó en una zona segregada del resto de terminales, a tan solo 12 km del centro de la ciudad, a 7 minutos de la Terminal 2 de aviación comercial y a la misma distancia del aparcamiento, el cual dispone de 70 plazas de aparcamiento destinadas a los clientes y trabajadores de este tipo de aviación. Finalmente, tras dos años de trabajos, la Terminal fue inaugurada en 2008.

Figura 2.1: Evolución del proyecto 2006

Figura 2.2: Evolución del proyecto 2008

Figura 2.3: Evolución del proyecto: Terminal corporativa Barcelona-El Prat actualmente

2.2. Compañías y capacidad

Activa desde el 2008, la Terminal Corporativa de Barcelona está gestionada actualmente por dos grandes compañías del sector de la aviación privada: *Menzies Aviation* y *Gestair.* Así mismo, en el edificio Terminal también tienen representación las siguientes compañías: *ExecutJET, Executive Airlines, General Aviation Service* y *Euraservices.*

En la actualidad, el campo de vuelo del aeropuerto de Barcelona - El Prat tiene una capacidad de 42 plazas destinadas a la aviación corporativa y el terminal puede acoger a 50 pasajeros a la misma vez.

2.3. Distribución

La actual Terminal corporativa del Aeropuerto de Barcelona el Prat tiene una superficie total de 2118 m^2 distribuidos en dos plantas.

2.3.1. Planta baja

2.3.1.1. Accesos

La planta baja consta de dos accesos principales, uno al que se puedo acceder a la terminal desde el lado aire, y otro para acceder desde el lado tierra.
Así mismo, en el lado tierra encontramos un acceso secundario destinado actualmente al uso exclusivo por parte de las autoridades y permite acceder directamente a la zona de la terminal destinada a ellas.
Finalmente, en la fachada del lado tierra se encuentran las dos salidas correspondientes a las escaleras de emergencia.
Por último, encontramos un acceso en la fachada Este de la terminal corporativa.

2.3.1.2. Seguridad

En la planta baja se encuentra el puesto de seguridad y control de pasaporte, así como las oficinas de seguridad, aduana y policía.

2.3.1.3. Almacén/Cuarto Técnico/Otros (AENA)

Las oficinas de seguridad, aduana y policía mencionadas en el punto anterior estarían bajo control de Aena. Así mismo, los servicios de meteorología también están gestionados por la autoridad aeroportuaria, la cual dispone de una sala de descanso y dos salas para autoridades con las respectivas zonas de office y aseos en la planta baja de la Terminal.
Finalmente, el cuarto técnico situado en la planta baja también queda bajo la gestión y mantenimiento de Aena.
En la figura 2.4 se indican en color azul las áreas correspondientes a Aena.

2.3.1.4. Sala Espera/VIP

En la planta baja de la Terminal, los usuarios de aviación ejecutiva disponen de dos salas VIP independientes completamente equipadas así como de dos salas de espera de uso exclusivo. A su vez, las compañías que operan en esta Terminal, disponen de un almacén y una zona de office. En la figura 2.4 se indican en color verde las áreas correspondientes a las compañías.

2.3.1.5. Almacén/Cuarto Técnico (Compañías)

En la planta baja (figura 2.4) se observa como hay dos salas de 52.5 m^2 totales destinadas a almacén y cuarto técnico o pequeño office para las compañías que operan en el terminal.

2.3.1.6. Zonas comunes

Se contemplan como zonas comunes los aseos, el hall de acceso tanto desde el lado aire como desde el lado tierra y los accesos a la planta superior. En la figura 2.4 se indican en color amarillo las zonas comunes.

2.3.1.7. Vista En Planta de los Espacios

En la siguiente imagen se muestran los espacios anteriormente explicados.

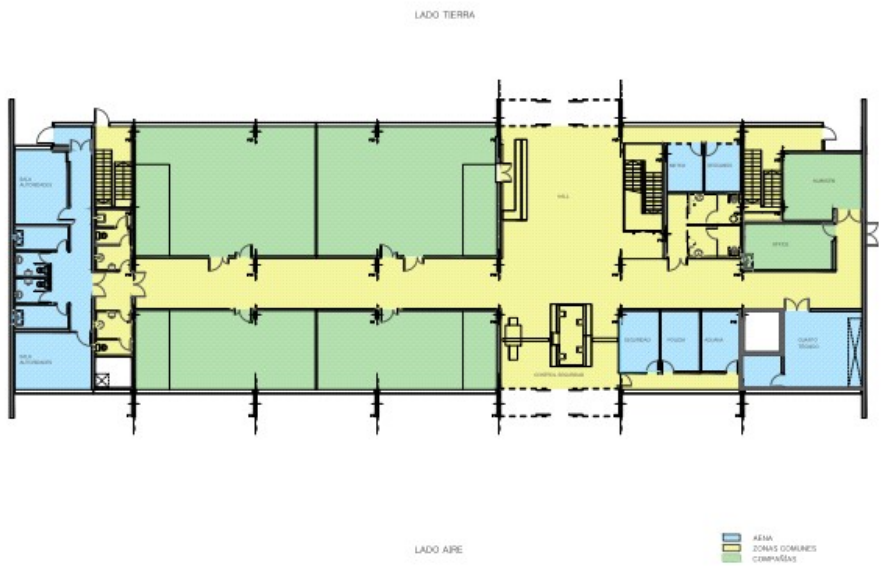


Figura 2.4: Vista en planta de los espacios de la planta baja

2.3.2. Planta superior

2.3.2.1. Almacén/Cuarto Técnico/Otros (AENA)

En la planta superior, bajo la gestión y mantenimiento de Aena, encontramos todas las áreas relativas a instalaciones.
En la figura 2.5 se indican en color azul las áreas correspondientes a Aena.

2.3.2.2. Oficinas de AENA y Compañías

Tanto para los trabajadores de Aena como para los de las compañías que operan en la Terminal, las oficinas se encuentran en la planta superior.
En la figura 2.5 se indican en color lila las áreas destinadas a oficinas.

2.3.2.3. *Zonas comunes*

Se contemplan como zonas comunes los aseos, pasillos y accesos a la planta inferior. En la figura 2.5 se indican en color amarillo las zonas comunes.

2.3.2.4. *Vista En Planta de los Espacios*

En la siguiente imagen se muestran los espacios anteriormente explicados.

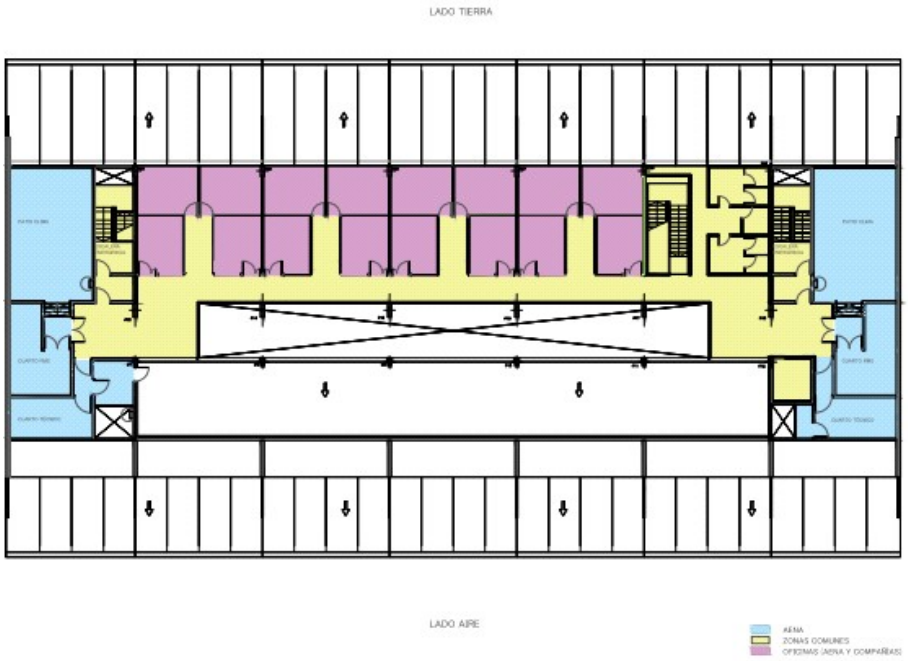


Figura 2.5: Vista en planta de los espacios de la planta superior

2.3.3. Resumen de espacios

En la siguiente tabla 2.2 se indican las superficies correspondientes a cada una de las zonas indicadas, para cada una de las plantas.

(m^2)	Zonas comunes	Salas Espera/VIP	Almacén/Cuarto Técnico/Otros (AENA)
PLANTA BAJA	520.99	458.4	198.71
PLANTA SUPERIOR	301.85	0	221.8

Tabla 2.1: Resumen de superficie de los diversos espacios(I)

(m^2)	Almacén/Cuarto Técnico (Compañías)	Oficinas (Compañías y Aena)
PLANTA BAJA	52.5	0
PLANTA SUPERIOR	0	246.9

Tabla 2.2: Resumen de superficie de los diversos espacios(II)

2.4. Evaluación de futuras necesidades

Según los estudios de tráfico previamente realizados en el horizonte proyectado se tendrá máximo 125 pasajeros diarios y 16 aeronaves en Hora Punta. Estos valores de Hora Punta han sido tomados suponiendo un 80 % de tráfico en esta hora.

Es por eso que se conlcuye lo siguiente:

– *Es necesario ampliar el edificio terminal* ya que no es capaz de absorver ese nivel de pasajeros/hora punta.

– *No es necesario ampliar la platforma* ya que actualmente ya consta con suficientes estacionamientos como para poder absorver ese tráfico.

Por tal de conseguir los espacios adecuados para esta cantidad de tráfico de pasajeros, este proyecto propone una *redistribución* de los espacios así como una *ampliación* del terminal.
De esta manera se pretende conseguir dos objetivos a la misma vez. Por un lado se conseguirá el espacio necesario. Por otro lado se quiere segregar el tráfico corporativo de los trabajadores de AENA y de las diversas empresas que operan allí.

CAPÍTULO 3. PROPUESTA NUEVO EDIFICIO TERMINAL

3.1. Problemática y solución

Una vez estudiado y confirmado el actual y futuro crecimiento de la aviación corporativa, teniendo en cuenta la capacidad de la Terminal destinada a este tipo de aviación, se plantea la siguiente problemática:

La Terminal actual no es capaz de absorber y cubrir las necesidades que conlleva este crecimiento de tráfico.

Actualmente, la Terminal corporativa sí es capaz de absorber el tráfico procedente de la aviación ejecutiva manteniendo la calidad de los servicios prestados. No obstante, si las herramientas de las que se disponen para cubrir un mayor número de pasajeros son las mismas que para cubrir un número inferior, inevitablemente, el servicio prestado será de menor calidad a medida que el tráfico aumente y con él la saturación del servicio y el espacio físico de la Terminal requerido para mantener el mismo nivel de servicio.

Así, tanto el crecimiento de tráfico corporativo como la adaptación de la Terminal corporativa a este nos llevan a plantear las siguientes posibilidades en lo que al edificio Terminal respecta:
– Mantener la Terminal corporativa como en el presente
– Redistribuir el edificio Terminal actual
– Ampliar el edificio Terminal actual

Por lo comentado anteriormente, mantener el edificio de la Terminal corporativa idéntico al actual no garantizaría mantener la calidad de servicio prestada a los pasajeros procedentes de este tipo de tráfico aéreo.
Del mismo modo, una redistribución de las zonas definidas para pasajeros, las comunes y las destinadas a AENA, no implicaría una mejora del servicio actual ni la garantía de uno igual o mejor para un futuro y dejaría sin oficinas a las empresas que operan allí.
Así, las dos primeras alternativas quedarían descartadas como una posible solución al aumento previsto de la aviación corporativa.

En cambio, una ampliación del actual edificio de la Terminal corporativa permitiría no sólo cubrir la futura demanda de este tipo de aviación manteniendo la calidad del servicio, sino que además permitiría el desarrollo de un nuevo concepto de Terminal corporativa en la que las zonas destinadas a pasajeros estarían segregadas de las destinadas a los trabajadores.
Este último aspecto representaría un valor añadido para la Terminal ya que dotaría de privacidad y exclusividad a los usuarios de aviación ejecutiva, algo que suele ser importante para este tipo de pasajeros.

En base a lo expuesto, se considera que la mejor solución para mantener el servicio prestado a los pasajeros relativos a aviación corporativa en el futuro, es una *redistribución* de los espacios así como una *ampliación* del Terminal.

3.2. Localización

En el momento de plantear la localización del edificio de la ampliación de la Terminal corporativa, considerando que se quiere mantener una cierta proximidad a la FBO actual y las posibilidades que ofrecen los terrenos colindantes al edificio actual, se presentan las siguientes posibilidades para la localización:

Figura 3.1: Posibles localización de la ampliación de la actual Terminal

3.2.1. Localización 1

Esta localización, al Norte de la actual Terminal corporativa, permitiría segregar por completo pasajeros y trabajadores al estar cada uno de ellos en edificios diferentes.
Esto sería así siempre y cuando los trabajadores no requiriesen acceder al campo de vuelo, ya que de ser así, la única posibilidad sería hacerlo a través de la Terminal corporativa destinada a pasajeros.
Además, en caso de ser necesario el acceso al campo de vuelo, desde está nueva localización la distancia para los trabajadores sería mayor a la actual.

3.2.2. Localización 2

Esta segunda opción para la localización de la FBO destinada a los trabajadores, al Este del actual edificio de la Terminal corporativa, mantendría la idea de segregar pasajeros de trabajadores con la creación de edificios independientes para cada uno de ellos. Sin embargo, su proximidad a la Terminal actual permitiría dotar al nuevo edificio de un diseño más funcional.
En este caso, la localización contigua a la actual Terminal, permitiría crear un nuevo edificio anexo al actual aprovechando el acceso Este ya existente. Así, pese a tratarse de edificios independientes, las Terminales corporativas destinadas a pasajeros y a trabajadores estarían directamente conectadas.
No obstante, pese a estar conectadas, se dispondría de una entrada de acceso directo al edificio destinado a trabajadores, de uso exclusivo para estos, y de uno exclusivo para pasajeros en el edificio Terminal correspondiente.
Asimismo, la localización del edificio de ampliación de la Terminal corporativa en el terreno contiguo a la actual, permitiría también mantener una distancia al campo de vuelo igual a la que encontramos actualmente tanto para trabajadores como para pasajeros.
Otro aspecto ventajoso de la localización 2 es la disponibilidad de terreno. Aunque la ampliación descrita en el proyecto ya está diseñada para cubrir el aumento de tráfico previsto para este tipo de aviación, si en un futuro fuera necesario, la mayor superficie del terreno respecto a la de la localización 1 permitiría la ampliación tanto del edificio como del parking siguiendo la misma línea del edificio original.

Por lo descrito anteriormente se decide que el mejor emplazamineto es la seguna Localización, ya que ofrece muchas más ventajas en comparación a la otra.

3.3. Propuesta nueva Terminal corporativa

La propuesta del edificio para la nueva Terminal corporativa se realiza teniendo en cuenta los siguientes aspectos:
– Uso del edificio
– Entorno y localización
– Superficie disponible y necesaria

En este caso, el edificio anexo a la actual Terminal corporativa estará destinado, como se ha comentado en el punto anterior, al uso exclusivo por parte de los trabajadores de dicha Terminal. Así, la funcionalidad deseada para la parte correspondiente a la ampliación de la Terminal es distinta a la de la actual Terminal corporativa. Esta antigua Terminal, quedará sólo para el tratamiento de pasajeros y las empresas que trabajaban allí serán reubicadas en el nuevo complejo.

La localización y el entorno son otro de los puntos determinantes a la hora de diseñar la Terminal ya que su proximidad al campo de vuelo podría ser un punto restrictivo en cuanto

a la dimensiones, concretamente en cuanto a la altura de la construcción. En cualquier caso, dado que la nueva Terminal mantendrá las proporciones de la actual, a priori, no debería dar problemas pero sí que hay que tener algunas consideraciones en cuenta.
En cunato a superfícies limitadoras de obstáculos, la posición del nuevo edificio podría caer bajo la superficie de transición (ya en su parte más alejada de la pista). Dado que estamos en el límite de la de transición, las alturas permitidas para el edificio estarían en torno a 40 metros, a lo cual no se llega y por tanto este aspecto quedaría cubierto. Por otro lado, dado que el trozo es pequeño y existe ya la Terminal corporativa, en caso de conflicto se podría justificar con la existencia del edificio corporativo, es decir, la existencia del corporativo (autorizado) minimiza el impacto del otro.
Por lo que respecta a procedimientos operativos, tampoco afectaría, ya que solo es un trozo muy pequeño localizado en la misma ubicación que la primera Terminal.
En cualquier caso se tendría que realizar en detalle un estudio aeronáutico de no afección a la operativa del aeropuerto, ya sean procedimientos o superficies limitadoras de obstáculos que lo respaldara de manera oficial.

Así mismo, tampoco es un factor limitador la superficie necesaria para realizar una construcción que cumpla con los requisitos necesarios para mantener, e incluso mejorar, la calidad del servicio dado a los pasajeros usuarios de esta Terminal y que, a su misma vez, permita reubicar a los trabajadores en un espacio de trabajo amplio y cómodo.

Teniendo en cuenta los aspectos comentados, finalmente la solución creada para la nueva Terminal corporativa de Barcelona consiste en una ampliación de 684m^2 contiguos al lado Este de la actual Terminal corporativa preparados para albergar las oficinas destinadas tanto a las compañías que operan en la Terminal como a AENA. De esta forma los espacios que queden libres en la actual Terminal se readptarán para albergar al futuro tráfico.
Así, la nueva Terminal corporativa constaría de dos bloques diferenciados. Uno, correspondiente al edificio actual, destinado a pasajeros, y otro, correspondiente a la ampliación, destinado exclusivamente a los trabajadores. Con esta segregación de flujos se pretende dar aún más exclusividad a los usuarios.

Figura 3.2: Bloques nueva Terminal corporativa

3.4. Superficie y distribución del nuevo edificio de ampliación de la Terminal corporativa

A continuación se detalla la distribución definida para la ampliación del edificio Terminal.

3.4.1. Planta baja

3.4.1.1. Accesos

La planta baja consta de un único acceso principal para pasajeros que permite acceder al edificio Terminal desde el lado tierra, así como el acceso para empleados.
Así mismo, en la fachada del lado tierra se encuentran una salida correspondiente a las escaleras de emergencia.
Por último, en la planta baja encontramos el acceso que comunica las dos Terminales. Este acceso, corresponde al acceso situado en la fachada Este de la actual Terminal y es de uso exclusivo para trabajadores en aquellas ocasiones que sea necesario por motivos laborales. En ningún caso el objetivo de este acceso es el flujo continuo de pasajeros o trabajadores entre los dos bloques diferenciados de la nueva Terminal.

3.4.1.2. Zonas comunes

Se contemplan como zonas comunes los aseos, el hall de acceso desde el lado tierra, los accesos a la planta superior, la escalera de emergencia, el office y el almacén.
En la figura 3.3 se indican en color ocre las áreas correspondientes a las Zonas comunes.

3.4.1.3. Cuarto Técnico (AENA)

Los cuartos técnicos, estando estos controlados por AENA.
En la figura 3.3 se indican en color azul las áreas correspondientes a Aena.

3.4.1.4. Oficinas (Compañías)

La parte más extensa e importante de esta planta baja correspondiente a la ampliación. Las compañías disponen de un total de 10 oficinas y dos salas de reuniones, con una superficie de 263.7 m^2.
Las dos compañías principales de la Terminal, que son Menzies Aviation y Gestair, tendrán asignadas dos oficinas, mientras que las otras 4 compañías habituales (ExecutJET, Executive Airlines, General Aviation Service y Euraservices) una. Las otras dos oficinas quedarán a cargo de AENA para las futuras compañías que necesiten estos espacios.
Por lo que respecta a las salas de reuniones, quedarán dispuestas para aquellas compañías que las necesiten, y su uso será regulado por AENA.

Esta distribución de las oficinas para compañías permite una fácil comunicación con el bloque de pasajeros en aquellos casos que sea necesario, aunque el uso idóneo es para aquellos trabajadores que no tengan nada que ver con el trato a pasajeros.
En la figura 3.3 se indican en color verde/rallado las áreas correspondientes a las compañías.

3.4.1.5. Vista en Planta de los Espacios

En la siguiente imagen 3.3 se muestra una imagen de los espacios descritos:

Figura 3.3: Vista en Planta de los Espacios de la Planta Inferior

3.4.2. Planta superior

3.4.2.1. Oficinas (Aena)

En la planta superior del bloque correspondiente a la ampliación, Aena dispone de un total de 11 oficinas, con una superficie de 294 m^2.
En la figura 3.4 se indican en color azul rallado las áreas correspondientes a Aena.

3.4.2.2. Zonas comunes

Se contemplan como zonas comunes los aseos, los accesos a la planta inferior y la escalera de emergencia.
En la figura 3.4 en color ocre.

3.4.2.3. Almacén/Cuarto Técnico/Otros (AENA)

Se tienen reservados 100 m^2 para cuartos técnicos RMS, clima y de instalaciones de AENA.
En la figura 3.4 en color azul.

3.4.2.4. Vista en Planta de los Espacios

En la siguiente imagen 3.4 se muestra una imagen de los espacios descritos:

3.5. Nueva distribución de la actual Terminal corporativa

Por lo que respecta a los espacios dentro de la actual Terminal corporativa, también se verán sujetos a cambios por tal de adaptarlo lo mejor posible al nuevo diseño.

3.5.1. Planta baja

El único cambio que esta sufrirá será el uso que se le dará a los distintos espacios que antes eran compartidos para oficinas y salas de espera. Estos espacios, pintados en rosa en la figura 3.5 se recombertirán para poder coger la demanda creciente de pasajeros y serán los nuevos espacios:

– *Sala de descanso para la tripulación:* Una de las dos salas de oficinas se recombertirá en una sala de espera/descanso para los pilotos. En estas salas habrá una zona diferenciada de descanso, con un número determinado de camas (entre 3 y 4) separadas con algún material para dar algo de intimidad. También habrá una zona con algunos sillones. Habrá un minibar con todos los productos que los pilotos puedan querer. Está pensado para ser una sala de espera/descanso para los pilotos, mientras esperan a sus clientes. La luz será tenue y habrá luces individuales para cada lugar, en caso de que quieran ser usadas no molesten a la resta.

– *Sala de Espera para Clientes:* Las antiguas dos salas de espera, seguiran siendo salas de espera de las dos companyias más importantes que operan el Prat. La intención es que todos sus clientes disfruten de todos los productos exclusivos que necesiten en estos

Figura 3.4: Vista en Planta de los Espacios de la Planta Superior

espacios.

– *Sala de Espera con Servivio de bar:* La otra sala que pasa de ser oficina a ser sala de espera, será la sala de espera para la resta de compañías. En ella también habrá todos los servicios de una sala VIP de aeropuerto, con minibar incluido. Habrá una zona de sillones con luces individuales.

3.5.2. Planta superior

La planta superior sufrirá un rediseño de los espacios que antes eran destinados a oficinas de AENA y de Compañías.
Se tiraran abajo los espacios marcados en lila en la figura 3.6 y se construirán 4 salas VIP a cargo de AENA que las compañías podrán usar, como se aprecia en la figura 3.7 en lila.

En estos espacios se dispondrá de todos los servicios que se pueda imaginar. Contarán

Figura 3.5: Vista en Planta de los Espacios de la Planta Inferior

con zona de sofás, mesa de reuniones, proyector, minibar. Se pretende que sea la zona más exclusiva del edificio y que también se pueda usar por clientes para hacer reuniones.

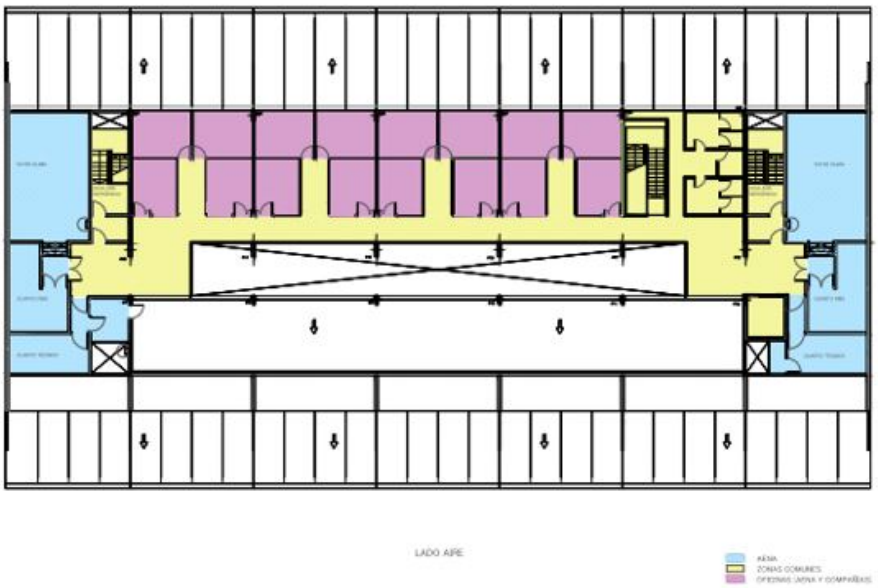


Figura 3.6: Vista en Planta de los Espacios de la Planta Superior Actual

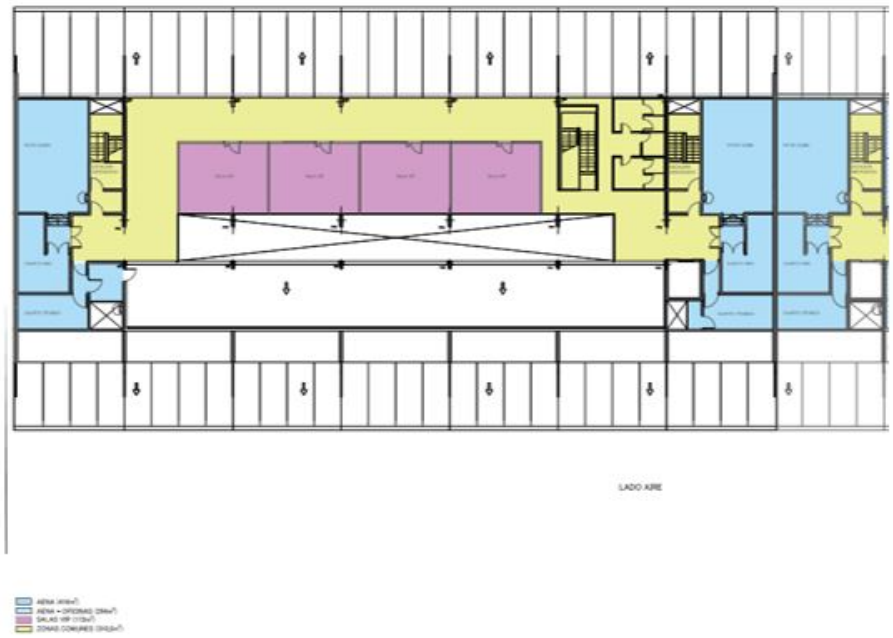


Figura 3.7: Vista en Planta de los Espacios de la Planta Superior Proyectada

3.6. Comparativa de espacios de la Terminal actual a la ampliada proyectada

Después de los redimensionamientos y el diseño de la nueva Terminal, se obtienen los nuevos espacios tabulados:

	Zonas comunes		Salas Espera/VIP	
	Actual(m^2)	Ampliación(m^2)	Actual(m^2)	Ampliación(m^2)
PLANTA BAJA	520.9	864.8	405.5	405.5
PLANTA SUPERIOR	301.9	310.5	0	173
TOTAL	822.8	1175.3	405.5	579
	Almacén/Cuarto Técnico/otros (AENA)		Oficinas (AENA)	
	Actual(m^2)	Ampliación(m^2)	Actual(m^2)	Ampliación(m^2)
PLANTA BAJA	198.7	209.5	0	0
PLANTA SUPERIOR	221.8	416	124	294
TOTAL	420.5	625.5	124	294
	Almacén/Cuarto Técnico (Compañías))		Oficinas (Compañías)	
	Actual(m^2)	Ampliación(m^2)	Actual(m^2)	Ampliación(m^2)
PLANTA BAJA	52.5	52.5	0	263.7
PLANTA SUPERIOR	0	0	124	0
TOTAL	52.5	52.5	124	263.7

Tabla 3.1: Resumen de superfícies antes y después de la ampliación

Zonas	m^2 ganados	%ganado
Salas Espera/VIP	75.3	13
Almacén/Cuarto Técnico /Otros (AENA)	205	33
Oficinas (AENA)	294	58
Almacén/Cuarto Técnico (Compañías)	0	0
Oficinas (Compañías)	139.8	52

Tabla 3.2: Número y Porcentaje de metros cuadrados ganados .

3.7. Exteriores

En la zona exterior de la Terminal corporativa, en el lado tierra, encontramos el parking. Por razones no solo de necesidad de aumento de capacidad sino también de estética y por mantener el aspecto del conjunto de la antigua Terminal corporativa y el parking, este también ha sido ampliado.

Con esta ampliación, el parking va de punta a punta de la Terminal, abarcando los dos bloques, y consiguiendo así 40 plazas más.
Este aumento del número de plazas permite también hacer una división en el propio parking entre pasajeros y trabajadores, ya que aunque esta no exista físicamente, por lógica, los trabajadores aparcaran en aquellas plazas más próximas al acceso de su edificio y los pasajeros lo harán del mismo modo cerca de su correspondiente. Además este gran aumento del número de plazas también está diseñado con el objetivo de cubrir las futuras necesidades que, en un futuro, puedan surgir dado la previsión del incremento del sector aéreo corporativo.

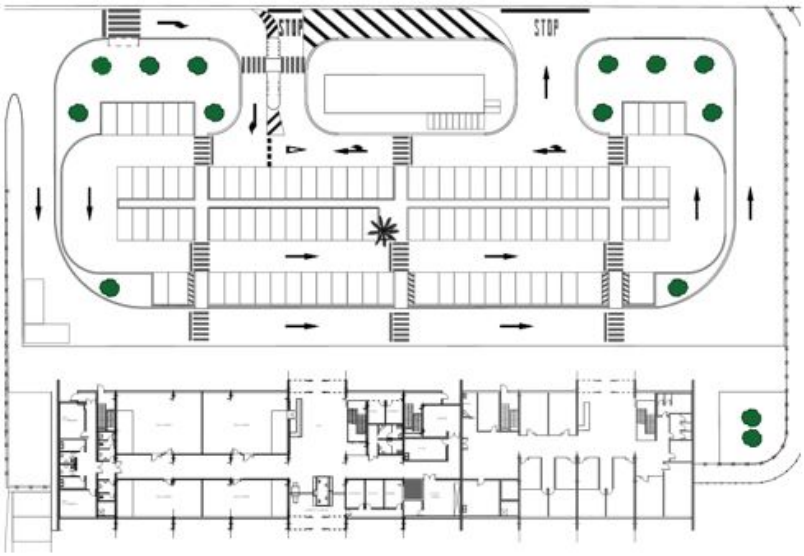


Figura 3.8: Vista en Planta del Pàrquing de la ampliación

CAPÍTULO 4. ESTRUCTURA

El procedimiento utilizado para definir la estructura a utilizar se detalla en el Apéndice B. *Estructura*.
A continuación, se hace una pequeña introducción y resumen de los criterios aplicados y resultados obtenidos.

4.1. Solución adaptada

Para el edificio correspondiente a la ampliación de la actual terminal corporativa se ha elegido utilizar una estructura metálica ya que esta nos permite una ejecución rápida, una reducción del canto del forjado respecto al que sería necesario para cubrir las mismas luces con otro tipo de estructura y ligereza en lo que al peso del forjado se refiere.

4.1.1. Pilares

La estructura de la ampliación del edificio Terminal está compuesta por una serie de pilares metálicos distribuidos en planta tal y como se indica en las figuras B.1 y B.2.

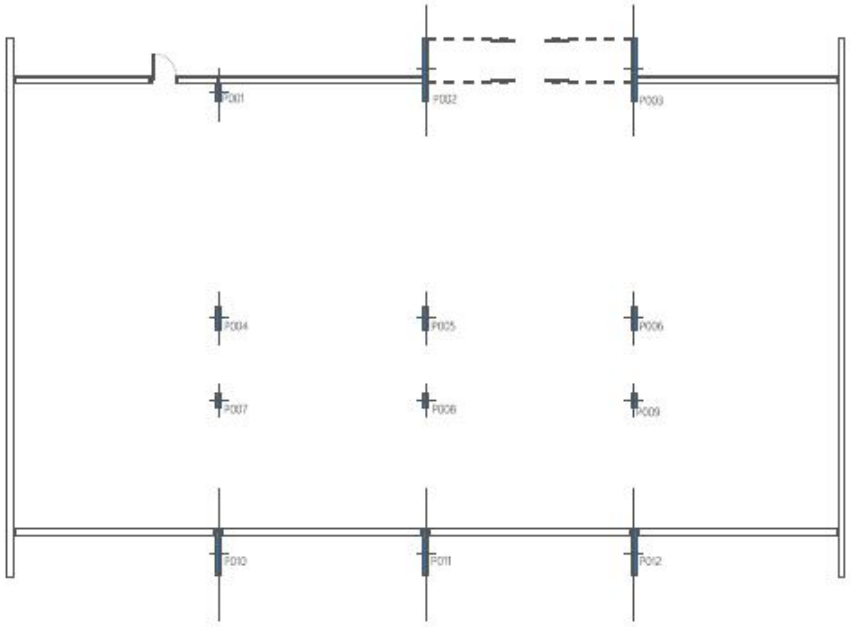


Figura 4.1: Distribución pilares planta inferior

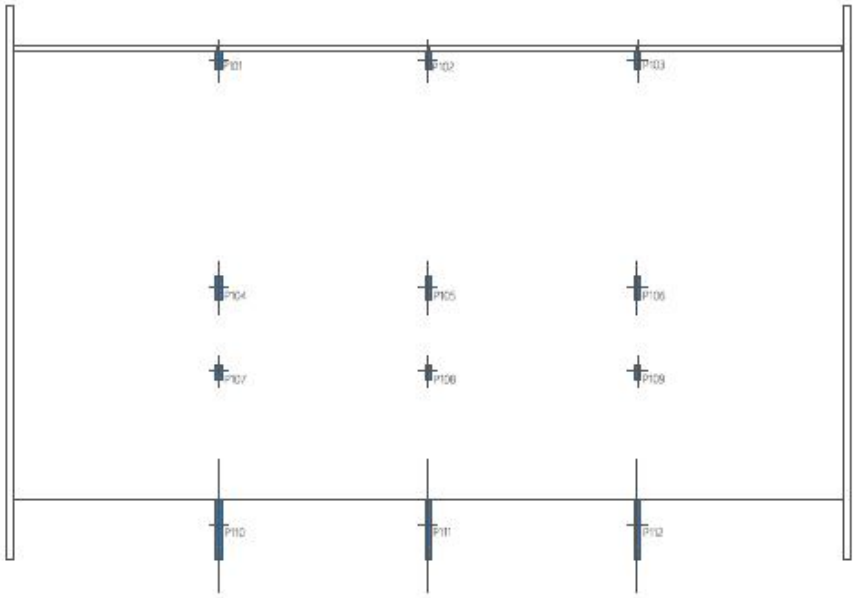


Figura 4.2: Distribución pilares planta superior

Estos pilares, forman los pórticos de la estructura, distribuidos cada 9m, cubriendo unas luces de 9.76, 3.6 y 6.7m. Así, en planta, encontramos un total de 3 pórticos distribuidos tal y como se indica en las figuras B.3, B.4 y B.5.

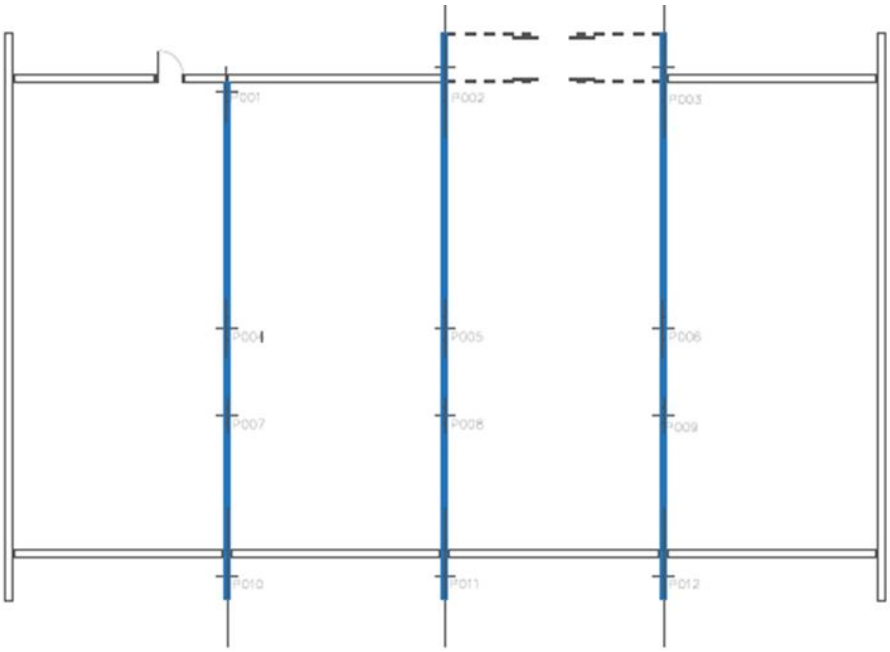


Figura 4.3: Pórticos planta inferior

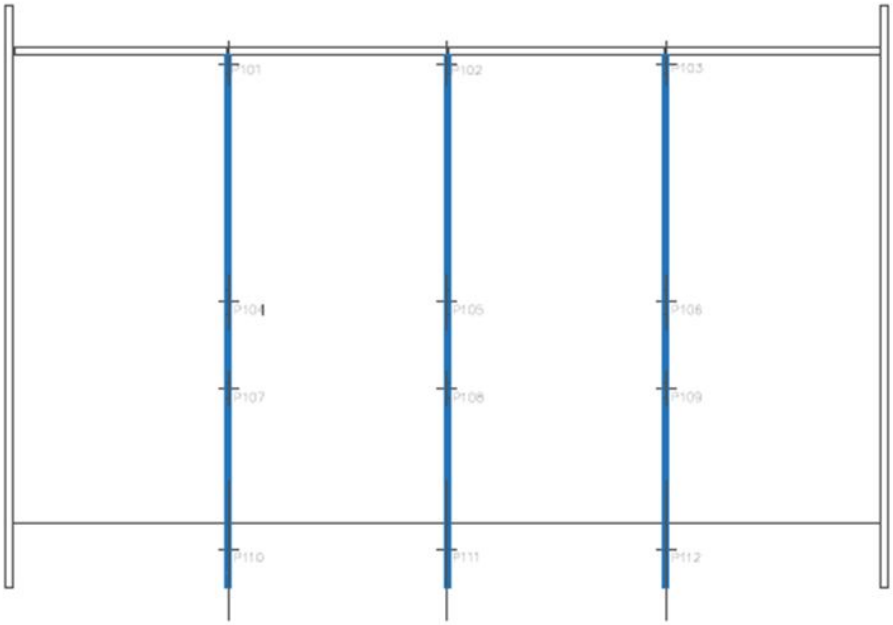


Figura 4.4: Pórticos planta superior

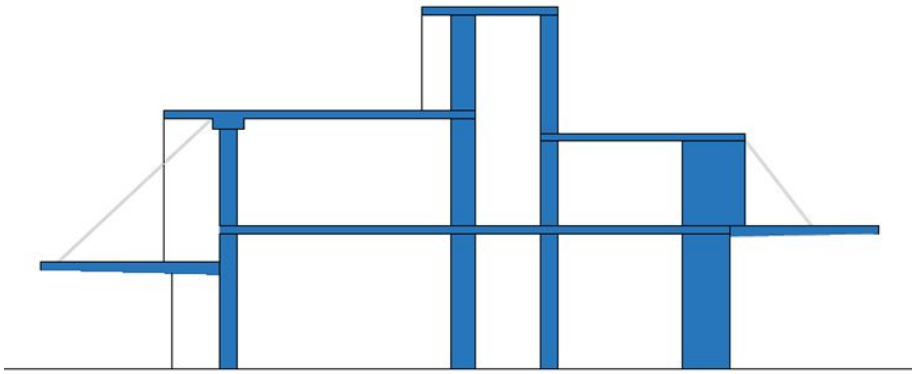


Figura 4.5: Pórticos

4.1.2. Vigas

Para cubrir las luces de estos pórticos se utilizaran vigas boyd, cuyos alveolos en el alma de la viga permiten reducir el peso de la viga con una afectación relativamente pequeña de la resistencia y repercuten de manera positiva en la relación de cargas a considerar.

4.1.3. Forjados

Respecto a los forjados, se utilizara un forjado mixto de chapa grecada y hormigón colaborante. Esta solución compuesta por una chapa metálica grecada, una capa de hormigón y una armadura bidireccional superior (mallazo), permite reducir el canto y peso del forjado.

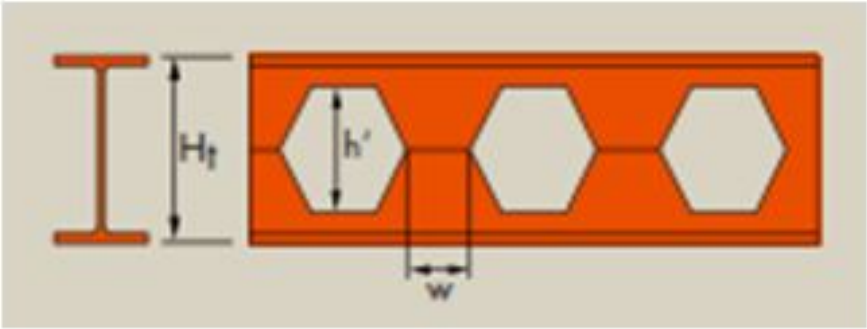


Figura 4.6: Viga de alma aligerada, viga tipo Boyd

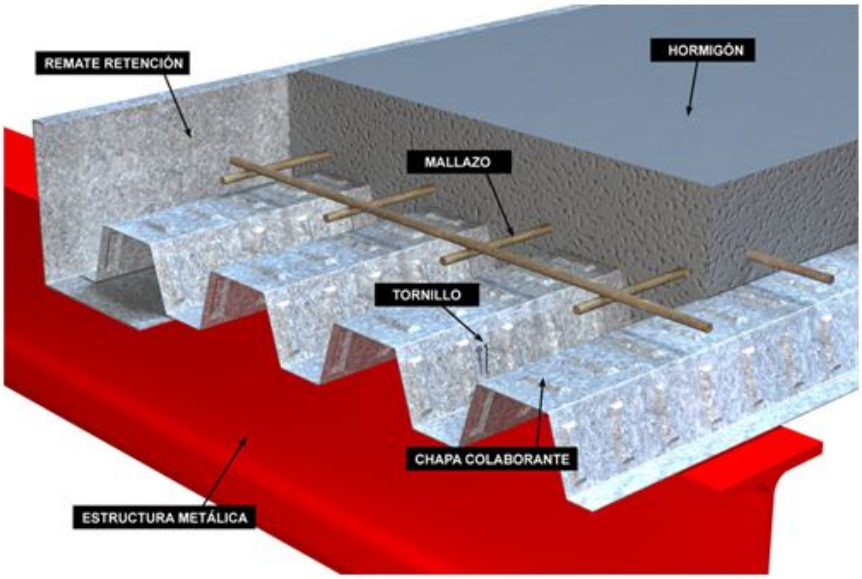


Figura 4.7: Forjado mixto

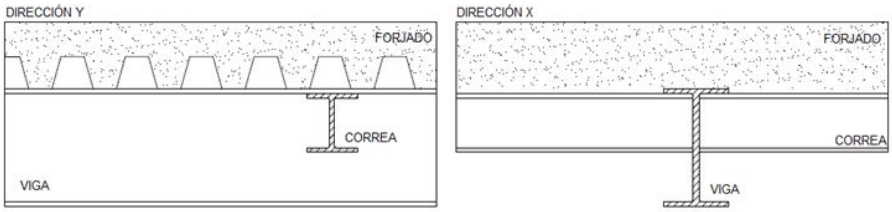


Figura 4.8: Disposición de forjado, vigas y correas

4.1.4. Cubierta

Por lo que respecta a la cubierta, para la ampliación se ha elegido una cubierta planta, invertida i transitable. Concretamente, se utilizará una cubierta con pavimento flotante que permite el paso de instalaciones en el espacio que existe entre la capa de mortero y el pavimento.

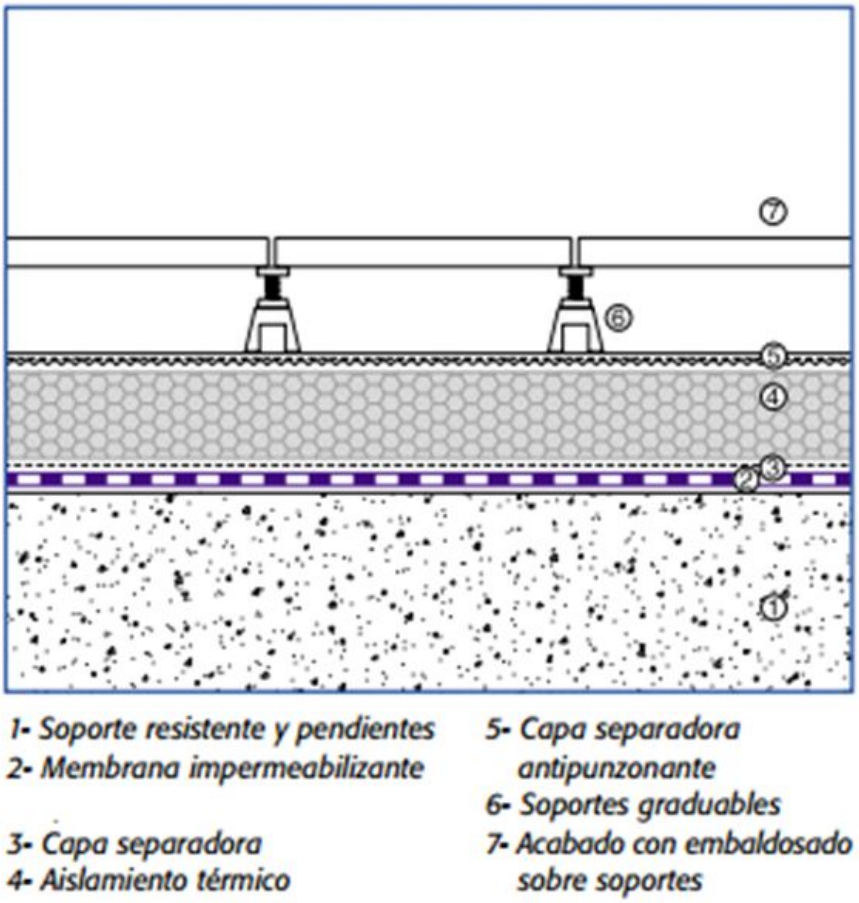


Figura 4.9: Detalle cubierta de pavimento elevado

4.1.5. Voladizos y tirantes

Como se puede observar en la figura B.5, el edificio de ampliación tiene dos voladizos, uno en el lado aire y otro en el lado tierra. Estos voladizos están dispuestos en ambos accesos del edificio con un fin estético y funcional y en ambos casos están anclados al resto de la estructura mediante tirantes y uniones.

Al no tener un carácter estructural, estos voladizos únicamente deberán soportar su peso propio y la sobrecarga correspondiente a la nieve. Los perfiles utilizados se indican en la tabla 4.5.

4.2. Acciones en la estructura

Para poder dimensionar correctamente los elementos estructurales del edificio ampliación de la nueva terminal corporativa de Barcelona, es necesario definir las cargas o acciones que estos tienen que soportar.
En este caso, se ha considerado la acción del viento como despreciable.
A continuación se indican las acciones a tener en cuenta en el dimensionamiento de cada uno de los elementos estructurales del edificio.

4.2.1. Forjados

Para el cálculo de forjados estos se consideran tal como se indica en la figura B.5, siendo los forjados (1) (2) y (3) los forjados pertenecientes a las cubiertas y los forjados (4) y (5) los pertenecientes a las plantas.

4.2.1.1. Forjado cubierta (1)(2)(3)

Para determinar las acciones que actúan sobre el forjado superior se tienen en cuenta las cargas permanentes correspondientes al peso propio de la cubierta y del forjado; y como cargas variables se considerarán las correspondientes a la nieve y a la sobrecarga de uso de la cubierta.

	Forjado(1)	**Forjado(2)**	**Forjado(3)**
Permanentes	p.p. cubierta=3.85kN/m^2	p.p. cubierta=3.85kN/m^2	p.p. cubierta=3.85kN/m^2
	p.p. forjado=1.87kN/m^2	p.p. forjado=1.87kN/m^2	p.p. forjado=1.87kN/m^2
	Máquinas clima = 2kN/m^2	Máquinas clima = 2kN/m^2	Máquinas clima = 2kN/m^2
Variables	Nieve = 0.4kN/m^2	Nieve = 0.4kN/m^2	Nieve = 0.4kN/m^2
	Sobrecarga uso = 1kN/m^2	Sobrecarga uso = 1kN/m^2	Sobrecarga uso = 1kN/m^2

Tabla 4.1: CARGAS VERTICALES: Acciones sobre forjados de cubierta.

4.2.1.2. Forjado planta tipo (4)(5)

Para determinar las acciones que actúan sobre los forjados de planta se tienen en cuenta las cargas permanentes correspondientes a la tabiquería, pavimento y al peso propio del forjado; y como carga variable se considerará la correspondiente a la sobrecarga de uso según la actividad llevada cabo en el edificio.

	Forjado (4)	**Forjado (5)**
Permanentes	p.p. forjado=1.87kN/m^2	p.p. forjado=1.87kN/m^2
	Tabiqueria=1kN/m^2	Tabiqueria=1kN/m^2
	Pavimento=0.8kN/m^2	Pavimento=0.8kN/m^2
Variables	Sobrecarga uso = 3kN/m^2	Sobrecarga uso = 3kN/m^2

Tabla 4.2: CARGAS VERTICALES: Acciones sobre forjado de planta.

4.3. Combinaciones de acciones

Con el objetivo de verificar la resistencia de la estructura (ELU), se hará un análisis basado en la combinación de acciones según el cual el valor de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria se obtiene considerando la actuación simultánea de todas las acciones permanente en valor de cálculo, una acción variable principal en valor de cálculo y el resto de acciones variables en valor de cálculo de combinación.
Este valor de cálculo se obtiene de la siguiente expresión:

$$\sum_{j=1}^{\infty} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i=1}^{\infty} \gamma_{Q,i} Q_{k,i} \psi_{0,1} \tag{4.1}$$

Donde:

G_k Acción permanente
Q_k Acción variable
γ_g Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables
$\psi_{0,i}$ Coeficiente de simultaneidad de las acciones variables

4.3.1. Combinación de acciones – Forjados de cubierta

Se tiene que:

G (kN/m^2)	**Q** (kN/m^2)	γ_G	γ_Q	ψ
Cubierta=3.85 Forjado=1.87 Maq. Clima=2	Nieve=0.4 Uso=1	1.35	1.5	Nieve=0.5 Uso=0.7

Tabla 4.3: Combinación de acciones - forjado cubierta.

Teniendo en cuenta las cargas, los coeficientes indicados y considerando la sobrecarga de uso como variable principal, la carga resultante en los forjados (1), (2) y (3) es de 12.12kN/m^2.

4.3.2. Combinación de acciones – Forjados de planta

Teniendo en cuenta las cargas y los coeficientes indicados, la carga resultante en los forjados (4) y (5) es de 9.45kN/m^2

G (kN/m^2)	**Q** (kN/m^2)	γ_G	γ_Q	ψ
Forjado=1.87 Tabiquería=1 Pavimento=0.8	Nieve=0.4 Uso=1	1.35	1.5	Uso=0.7

Tabla 4.4: Combinación de acciones - forjado planta.

4.4. Dimensionamiento

A continuación se detalla el procedimiento para el dimensionamiento de los forjados, correas, vigas y pilares de la estructura.

4.4.1. Dimensionamiento de los forjados

El procedimiento seguido para su dimensionamiento se ha hecho mediante un Software del fabricante Hainsa y se pude ver en el Apéndice C. *Definición Forjado*.
A partir de los resultados obtenidos con el software de Hainsa se ha definido que el forjado mixto a utilizar en los forjados de cubierta y de planta sea un forjado con de 10cm de canto, con una chapa de 1.2cm de espesor.

4.4.2. Dimensionamiento de las correas (eje X)

Para dimensionar las correas es necesario tener en cuenta su disposición, la carga que representa el forjado que apoya sobre ellas y la luz que cubren.
Así, debido a la diferencia entre la carga que representan los forjados de cubierta y los de planta, se dimensionaran las correas de manera independiente para cada unos de estos forjados.

4.4.2.1. Dimensionamiento correas para cubierta

En base a la normativa y a las cargas a las que las correas se verán sometidas se define un perfil **HEA 400** para las correas de cubierta.

4.4.2.2. Dimensionamiento correas para planta

En base a la normativa y a las cargas a las que las correas se verán sometidas se define un perfil **IPE 450** para las correas de planta.

4.4.3. Dimensionamiento de las vigas (eje Y)

Para el dimensionamiento de las vigas es necesario tener en cuenta su disposición, la carga que representa el forjado que apoya sobre ellas y la luz que cubren.
No obstante, debido a la diferencia entre la carga que representan los forjados de cubierta y los de planta, se dimensionaran las correas de manera independiente para cada unos

de estos forjados.
En este caso, para el dimensionamiento de las vigas nos ayudaremos del programa de cálculo FTOOL, que nos permitirá confirmar que los perfiles elegidos realmente cumplen las condiciones necesarias para garantizar la seguridad estructural de nuestro edificio.

4.4.3.1. Dimensionamiento de las vigas de cubierta

En base a la normativa y a los resultados de momentos y cortantes obtenidos con ayuda de FTOOL, se define un perfil **HEB alveolar 600** para las vigas de cubierta.

4.4.3.2. Dimensionamiento de las vigas de planta

En base a la normativa y a los resultados de momentos y cortantes obtenidos con ayuda de FTOOL, se define un perfil **HEB alveolar 500** para las vigas de planta.

4.4.4. Dimensionamiento de los pilares

Para dimensionar todos los pilares de la estructura, se dimensionan únicamente los pertenecientes a un mismo pórtico y a partir de lo obtenido se dimensionaran el resto.
Para encontrar los perfiles adecuados tratamos por separado los pilares de la planta baja y los de la planta superior.

4.4.4.1. Dimensionamiento de los pilares de planta superior

En base a la normativa y a los resultados de los esfuerzos axiles obtenidos con ayuda de FTOOL, se define un perfil **IPE 200** para los pilares de la planta superior.

4.4.4.2. Dimensionamiento de los pilares de planta baja

En base a la normativa y a los resultados de los esfuerzos axiles obtenidos con ayuda de FTOOL, se define un perfil **IPE 300** para los pilares de la planta baja.

4.4.5. Resumen

A modo de resumen, los perfiles a utilizar se indican en la tabla 4.5.

Elemento	**Perfil**
Forjado	Forjado mixto 10cm (chapa e=1.2mm)
Correas cubierta	HEA 400 (S275)
Correas planta	IPE 450 (S275)
Vigas cubierta	HEB 600 aligerada (S355)
Vigas planta	HEB 500 aligerada (S355)
Pilares planta superior	IPE 200 (S275)
Pilares planta baja	IPE 300 (S275)
Voladizos	Perfil cuadrado d=20mm
Tirantes	Perfil hueco redondo 40.3 (Ø40)

Tabla 4.5: Perfiles.

CAPÍTULO 5. AISLAMIENTO TÉRMICO Y CLIMATIZACIÓN

5.1. Planteamiento del problema

Una de las partes más importantes que el propio CTE tiene en cuenta es el cumplimiento de las exigencias térmicas de los edificios para que el mínimo de energía sea desperdiciada.

Es por eso que el siguiente punto es la comprobación del aislamiento térmico de aquellas partes que dan al exterior del nuevo edificio. Estas partes son las cubiertas, las fachadas y por último el suelo.

Los procedimiento que nos llevan a los resultados expuestos en este apartado se encuentran explicados en el Apéndice D.*Aislamiento y Climatización*.

Comprobando la tabla 2.2 de la sección *HE1 del Código Técnico de Edificación* se puede ver que el Aeropuerto del Prat se encuentra en la zona climática C, en concreto en la C2. Para esta zona los valores límites de transmitancias son los siguientes:

D.2.10 ZONA CLIMÁTICA C2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	U_{Mlim}: 0,73 W/m^{2}K
Transmitancia límite de suelos	U_{Slim}: 0,50 W/m^{2}K
Transmitancia límite de cubiertas	U_{Clim}: 0,41 W/m^{2}K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F_{Llim}: 0,32

	Transmitancia límite de huecos U_{Hlim} W/m^{2}K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Baja carga interna			Alta carga interna		
% de huecos	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9	-	-	-	0,47	-	0,51
de 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6	0,59	-	-	0,40	0,58	0,43
de 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5	0,51	-	0,55	0,35	0,52	0,38

Figura 5.1: Valores de transmitancias para la zona climática C2 marcados por el CTE

En este proyecto se deben tener en cuenta las superficies mostradas en la figura 1, dónde:
– C1, C2 y C3 son las tres superficies correspondientes a cubiertas.
– F1, F2 y F3, corresponden a fachadas.
– S hace referencia al suelo del nuevo edificio.

Una vez se tengan los valores de transmitancias adecuados se hará un estudio de condensaciones, tanto superficiales como intersticiales para comprobar que no se formen, y en caso de que se formaran, corregir el problema.

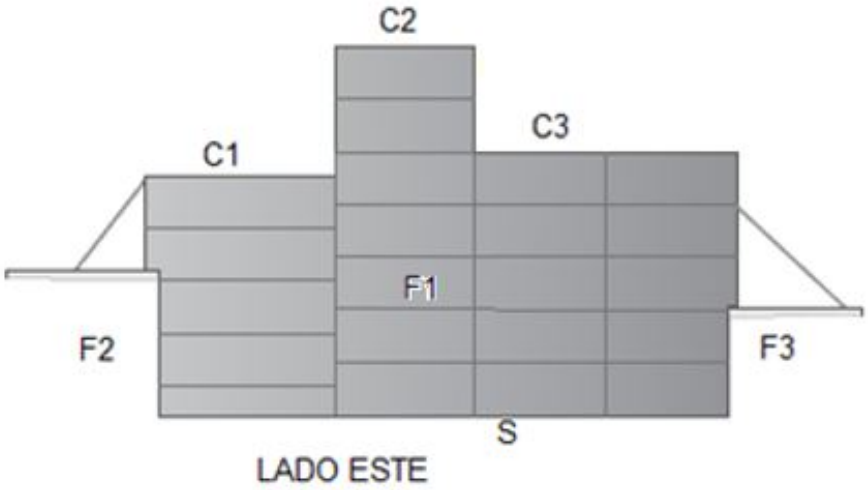


Figura 5.2: Superficies a estudiar

Para este estudio será necesario saber cuáles son las humedades relativas del interior y del exterior del edificio, así como las temperaturas exterior e interior.

En el interior, mirando de nuevo el CTE se observa que los valores aceptables para la humedad relativa interior en un edificio como el que se está diseñando es de 55

Clase higrométrica para C	HR(%)
Gran producción de humedad: Lavanderías y piscinas.	70
Alta humedad: Cocinas industriales, pabellones deportivos.	62
Menor: Residencial, etc.	55

Tabla 5.1: Humedades relativas aceptables en función del espacio según el CTE

Respecto a la temperatura se decide adaptar una temperatura media de 22 ^{o}C dentro del edificio.

Por lo que respeta a los valores exteriores, se tiene en el propio CTE-DA-DB HE/2 una tabla con las temperaturas y humedades medias mensuales para Barcelona.
Haciendo la media anual con estos valores se obtiene que la temperatura media anual es de 15.3 ^{o}C y la humedad media anual de 72%.

Tmed(^{o}C)	8.8	9.5	11.1	12.8	16.0	19.7	22.9	23.0	21.0	17.1	12.5	9.6
HRmed(%)	73	70	70	70	72	70	69	72	74	74	74	71

Tabla 5.2: Datos climáticos mensuales, T y HR, para Barcelona zona C según el CTE

5.2. Comprobación de las cubiertas

Como se ha explicado antes en la parte de la estructura, el diseño para las tres cubiertas; C1, C2 y C3; es el mismo. Con lo cual sólo se necesita comprobar una sección de esta para ver si cumple los valores necesarios.

5.2.1. Comprobación de Ulim

Se hace un estudio por capas de los materiales que forman la unidad cubierta y forjado especificado en el Apartado de *Estructura*.
Para la capa aislante térmica, DANOPREN TR, el fabricante da la opción de usar tres valores distintos de espesor en función de la necesidad.
Se coge el valor menor, 40, y si finalmente no es suficiente se elegirá otro.

Se comprueba mediante el procedimiento indicado en el Apéndice D.*Aislamiento y Climatización* que:

$$U_{Clim} = 0{,}41W/m^2K < U_{total} = 0{,}588W/m^2K \tag{5.1}$$

Por tanto el cerramiento no es válido.
Para solucionarlo elegimos otro valor de espesor de DANOPREN TR. Ahora estudiaremos con el 80.

Se comprueba pues, que esta vez, el valor total de transmitancia térmica es inferior al valor máximo que se establece en el CTE para el caso de cubiertas en la zona climática C2, que es en la que se encuentra El Prat:

$$U_{Clim} = 0{,}41W/Km^2 < U_{total} = 0{,}347W/Km^2 \tag{5.2}$$

Por tanto esta cubierta ahora sí que es válida.

5.2.2. Calculo de condensaciones superficiales o intersticiales

Se calcula ahora la posible formación de condensaciones superficiales o intersticiales (entre capas). Para ello se tienen que obtener los valores de las presiones reales y de saturación entre capas como se indica en el Apéndice D.*Aislamiento y Climatización*. Siempre que la Presión de Saturación sea mayor que la Presión real, no se formaran condensaciones y por tanto el cerramiento funcionará en perfectas condiciones.

Los valores de presiones que se obtiene son los siguientes:

Y plasmando el valor de las presiones en forma de gráfico 5.3 se tiene que:

Como se muestra en la figura, y como conclusión del estudio de la cubierta, se puede asegurar que no se formaran condensaciones ya que la $Psat$ es mayor a la $Preal$ en todo

capas	P(hPa)	Psat(hPa)
ext	10.78	14.77
ext-9	10.78	14.97
9-8	10.78	15.12
8-7	13.15	15.35
7-6	13.15	22.95
6-5	13.15	23.38
5-4	13.15	23.50
4-3	13.15	23.95
3-2	14.45	24.54
2-1	14.45	25.15
1-0	14.61	25.16
0-int	14.61	25.58
interior	14.61	26.57

Tabla 5.3: Valores de Presiones Relativas y Absolutas obtenidas

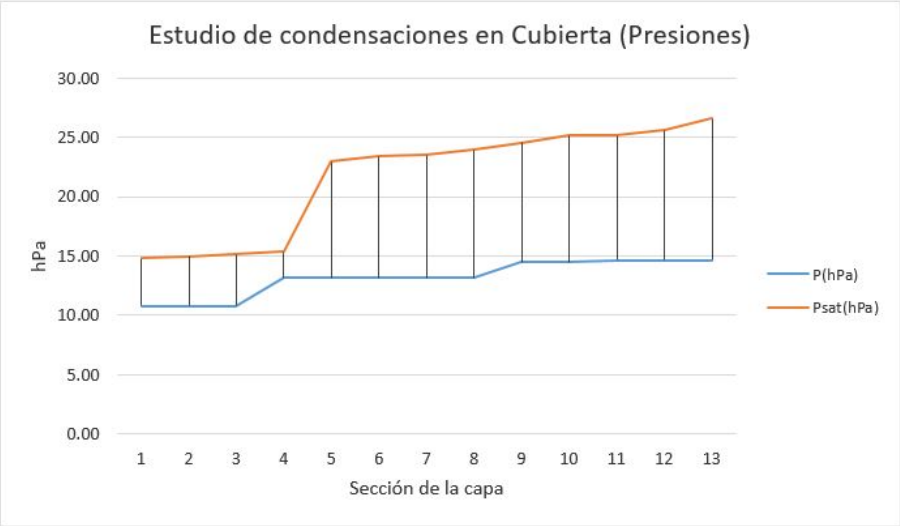


Figura 5.3: Estudio de condensaciones en Cubierta

momento.

5.3. Comprobación de las fachadas

Esta vez nos encontramos con 3 fachadas diferentes:
– F1; que corresponde a una fachada de hormigón prefabricado con aislante térmico en su interior.
– F2 y F3; correspondientes a fachadas compuestas por varios elementos: de vidrio y de capas de hormigón prefabricado con chapa metálica que las recubre.

Esta vez el análisis se hará de forma diferente:

Mirando el CTE vemos que cuando hay diferentes fachadas se tiene que hacer la siguiente operación para el cómputo total de las transmitancias:

$$U_{Ftot} = \sum_{i=1}^{\infty} A_m U_m / \sum_{i=1}^{\infty} A_m \tag{5.3}$$

Por tanto se tendrá que calcular las transmitancias de todas las fachadas distintas que encontremos y aplicar la anterior relación.

5.3.0.1. U de la fachada F1

La fachada en cuestión está formada por paneles de hormigón prefabricados con aislamiento en su interior. El aislamiento será de porex tipo II. Para esto se han elegido unos paneles de la casa Tecnyconta de 24 cm (7/14/7) con una transmitancia térmica de

$$0{,}411 W/m_2 K. \tag{5.4}$$

TIPO DE PANEL (cm)	MASA (Kg/m3)	/ Horm./Porex./Horm.	Aislamiento térmico (W/m2K)
24 con aislante	350	7-10-7	0.411

Tabla 5.4: Detalle fachada F1

Capa	Material
3	Homrigón
2	Porex
1	Hormigón

Tabla 5.5: Capas de estudio F1

5.3.0.2. U de la fachada F2 Y F3

En este caso tenemos diferentes materiales:

Como se aprecia en la imagen 5.4, hay partes que son de vidrio mientras que otras son de Hormigón.

Para poder hacer el cálculo de las transmitancias primero se calcula el porcentaje de pared de vidrio y de pared de hormigón que hay:

– *Fachada lado aire:* Hay un 42.5 % de vidrio y un 57.5 % de hormigón; lo que implica que hay 230 m^2 de vidrio y 311 m^2 de hormigón.
– Fachada lado tierra: Hay un 76 % de vidrio y un 24 % de hormigón; lo que implica que hay 317m^2 de vidrio y 97m^2 de hormigón.

Se busca ahora un vidrio que pueda usar-se para la fachada y el valor de transmitancia que tiene. Se escoge un vidrio con doble cristal y cámara de argón con una valor de

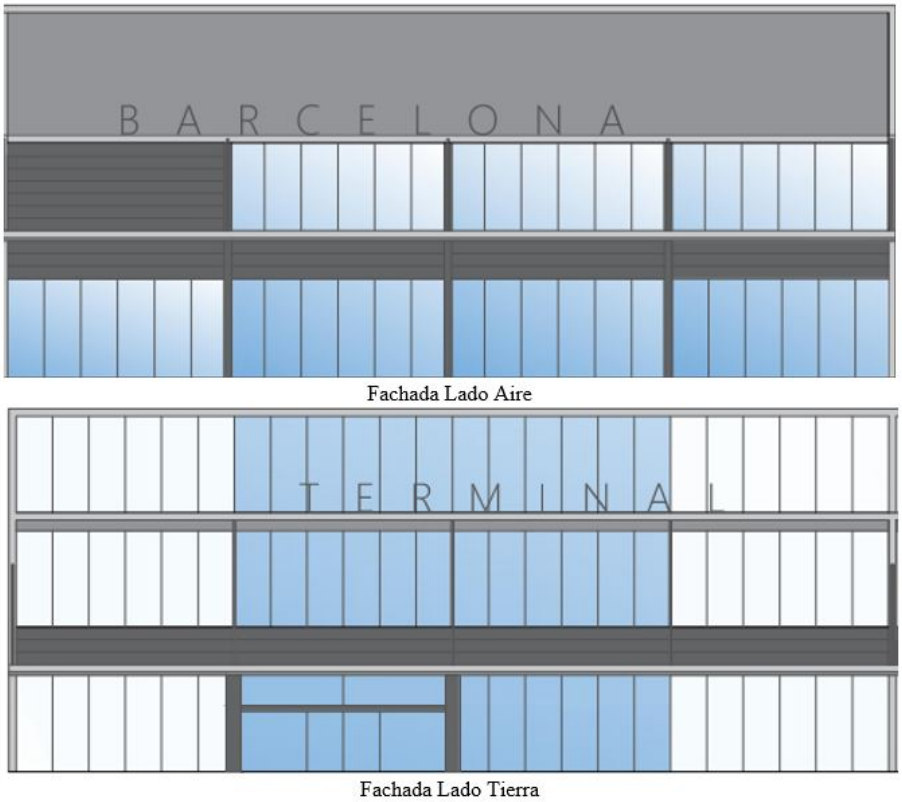


Figura 5.4: Fachadas lado aire y lado tierra

$$1{,}0W/m_2K. \tag{5.5}$$

Se escogen los materiales para los paneles de hormigón que forman la resta de las fachadas:

TIPO DE PANEL (cm)	MASA (Kg/m3)	/ Horm./Porex./Horm.	Aislamiento térmico (W/m2K)
16 con aislante	350	4-8-4	0.511

Tabla 5.6: Detalle fachada F2/F3

Capa	Material
3	Homrigón
2	Porex
1	Hormigón

Tabla 5.7: Capas de estudio F2/F3

Con una transmitancia térmica total de

$$0{,}511W/m_2K. \tag{5.6}$$

5.3.1. Cálculo de U total

Una vez encontrados los valores totales de transmitancias, aplicando la fórmula anterior de cálculo de transmitancias tenemos los siguientes resultados:

Material	U(W/m^2K)	A(m^2)	U·A
Placa prefabricada F1	0.411	300	123.30
Vidrio	1	547	547.00
Placa prefabricada F2 y F3	0.511	408	208.49
Total	-	-	878.79

Tabla 5.8: Cálculo total de U

Comprobando pues que:

$$U_{Flim} = 0{,}73W/Km^2 < U_{total} = 0{,}70W/Km^2 \tag{5.7}$$

Y por tanto las fachadas cumplen los requisitos térmicos.

5.3.2. Calculo de las condensaciones intersticiales o superficiales F1

Se procede de la misma forma que en el caso anterior siguiendo el procedimiento explicado en el D.*Aislamiento y Climatización*. Los valores encontrados de presiones son los que siguen:

Capa	P(hPa)	Psat(hPa)
exterior	12.52	17.39
ext-3	12.92	17.50
3-2	14.22	17.64
2-1	14.61	25.70
1-int	14.61	25.87
interior	14.61	26.57

Tabla 5.9: Presiones de Saturación y Reales por capa fachada F1

En forma de tabla:

Como se muestra en la figura, y como conclusión del estudio de la fachada F1, se puede asegurar que no se formaran condensaciones ya que la $Psat$ es mayor que $Preal$ en todo momento.

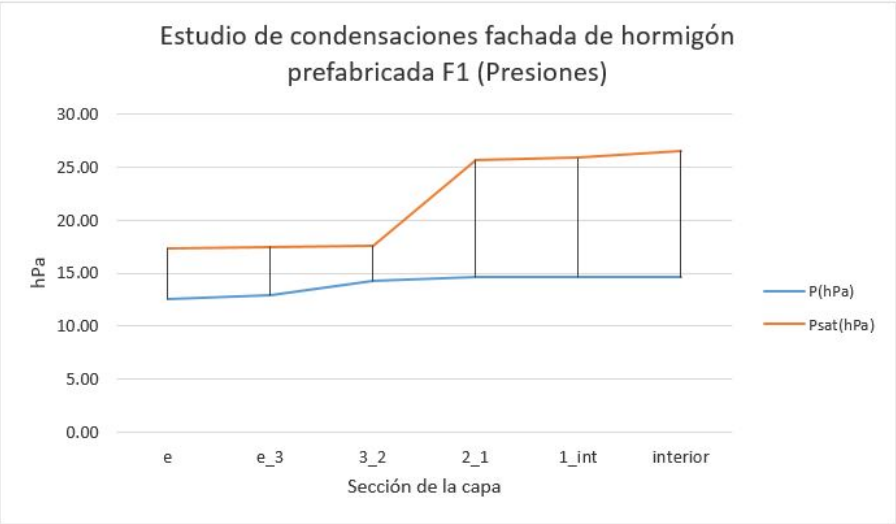


Figura 5.5: Estudio de condensaciones fachada de hormigón F1

5.3.3. Cálculo de las condensaciones intersticiales o superficiales F2/F3

Se calcula ahora la posible formación de condensaciones superficiales o intersticiales para esta fachada. Los resultados que se obtienen son los que siguen:

Capa	P(hPa)	Psat(hPa)
exterior	12.52	17.39
ext-3	12.84	17.50
3-2	14.30	17.64
2-1	14.61	26.57
1-int	14.61	26.57
interior	14.61	26.57

Tabla 5.10: Presiones de Saturación y Reales por capa fachada F2/F3

En forma de tabla:

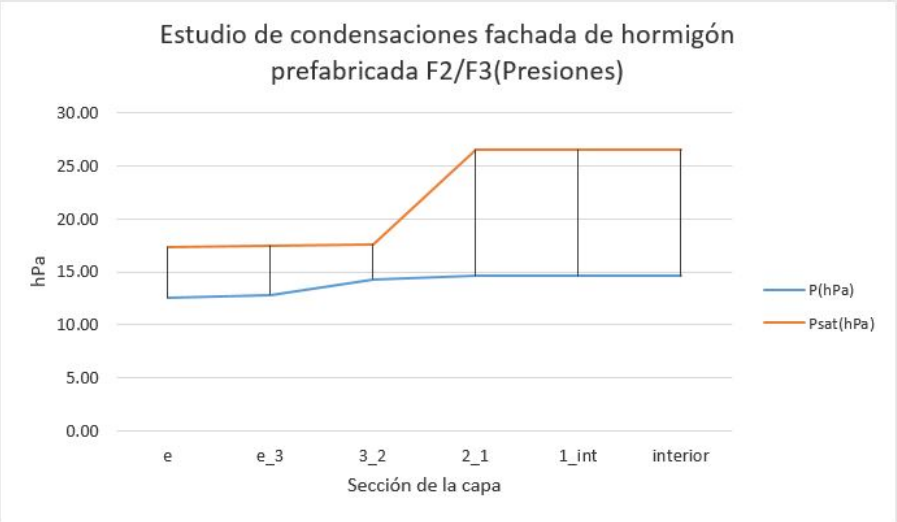


Figura 5.6: Estudio de condensaciones fachada de hormigón F2/F3

Como se muestra en la figura, y como conclusión del estudio de la fachada F1, se puede asegurar que no se formaran condensaciones ya que la $Psat$ es mayor que $Preal$ en todo momento.

5.4. Comprobación de Huecos

En este caso se tiene solo un hueco que representa la puerta de lado tierra, por la que los trabajadores pueden entrar y salir.

Esta puerta es la que se aprecia en la figura 5.4 y tiene un área total de 5.8 m^2.

Como solo tenemos un solo hueco, sólo tendemos que preocuparnos de que su transmitància i de que ésta cumpla los límites.

Dado al vidrio que hemos elegido tenemos que cumple ya que:

$$U_{Hlim} = 4{,}4W/Km^2 > U_{total} = 1{,}0W/Km^2 \tag{5.8}$$

5.5. Comprobación del suelo

En este caso solo hay un solo suelo en contacto con el terreno por lo que será más sencillo que en los casos anteriores. Para el cálculo de transmitancia se tiene que proceder de una forma diferente que antes, indicada en el D.*Aislamiento y Climatización* Se escoge una solera formada por la base compactada, un encachado de gravas, una lámina de geotextil que anivela el terreno y una losa de hormigón con malla electrosoldada, como se muestra en la imagen.

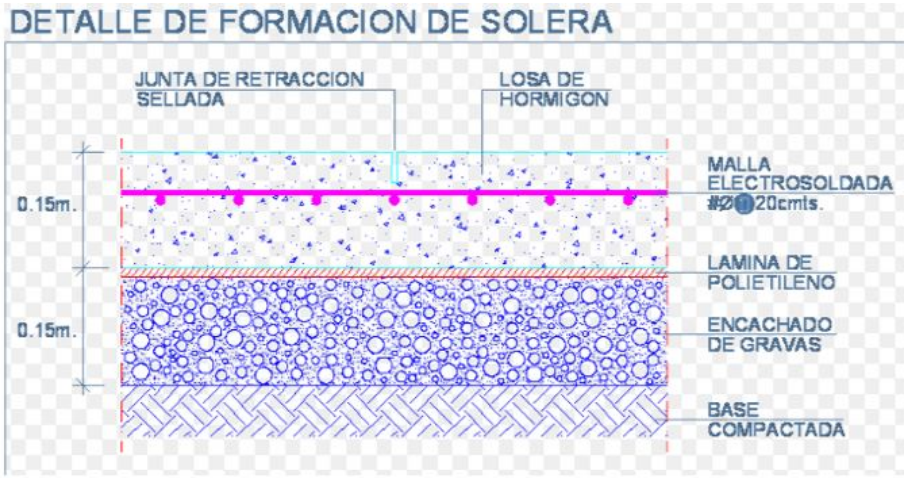


Figura 5.7: Propuesta de solera

Esta solera no tiene ningún tipo de aislamiento por lo que $Ra = 0$. Siguiendo el procedimiento explicado en el D . *Aislamiento y Refrigeración* encontramos que su valor de transmitáncia es el siguiente:

$$U_{total} = 0{,}3W/Km^2 \tag{5.9}$$

Y como

$$U_{Slim} = 0{,}41W/Km^2 > U_{total} = 0{,}3W/Km^2 \tag{5.10}$$

Se comprueba que es una solera válida.

5.6. Climatización

5.6.1. Justificación de la necesidad de climatización

La climatización de un espacio cerrado consiste en adaptar la temperatura y la humedad del aire que hay dentro de éste, así como de mantener unos niveles de limpieza adecuados para el bienestar de las personas y la conservación de los objetos que haya dentro de él.

Los edificios sufren cargas térmicas por varios motivos:
– *Temperatura exterior:* El calor pasa del ambiente más cálido al frío más rápido como más diferencia haya entre las dos temperaturas.

– *Radiación solar:* Cuando la radiación solar atraviesa el cristal produce efecto invernadero en el interior del edificio.

– *Ventilación:* La necesaria introducción de aire exterior en el edificio, para ventilación, puede modificar la temperatura interna de éste, lo cual puede suponer un problema cuando el aire exterior está a temperaturas alejadas de las requeridas en el interior.

– *Ocupación:* Cada ocupante genera de 80-150 W de carga térmica.

– *Ofimática:* Aparatos electrónicos que están dentro y que generan cargas térmicas.

– *Iluminación:* la iluminación es un factor de calentamiento importante. Se estima en una carga de entre 15 a 25 W/m^2. Muchos Grandes Almacenes modernos pueden calentarse en invierno gracias únicamente a su sistema de iluminación y al calor producido por los usuarios. Esta situación es bastante frecuente en Europa.

Evidentemente, muchas de estas cargas son favorables en invierno, pero no en verano. Todas ellas deben ser compensadas si se desea obtener un ambiente confortable en verano. El medio de asegurar esta comodidad es la climatización

5.6.2. Tipo de sistema propuesto

En ese proyecto se decide usar una refrigeración del tipo Todo Agua.

Es un tipo de sistema en que la distribución de la energía térmica desde el elemento de producción hasta los elementos locales, se produce mediante una corriente de agua, fría o caliente, dependiendo de si el sistema está enfriando o calentando.

Como elemento central se dispondrá de una bomba de calor que producirá tanto agua caliente como agua fría.

El agua será transportada mediante una red de distribución hasta los terminales de tratamiento de aire.

Estos terminales estarán formados por varios fan-coils instalados en los puntos de las oficinas y las salas de espera, así como en pasillos.

Estos equipos están formados por una batería de intercambio térmico por donde discurre agua caliente o fría y por un ventilador que fuerza al aire a pasar por esa batería. También cuentan con un filtro de aire para evitar introducir las posibles impurezas a los espacios climatizados.

Este es un sistema muy usado en edificios con varias habitaciones o despachos, como en el caso estudiado.
Permite una fácil regulación y una buena estabilidad.

5.6.3. Cálculos de dimensionamiento

Siguiendo el procedimiento marcado en el Apéndice D . *Aislamiento y Refrigeración*, se calculan las diferentes cargas térmicas que afectan.
El resultado total obtenido es de 177736.6 W.

CAPÍTULO 6. GEOTECNIA

El detalle de las propiedades del terreno obtenidas a partir del estudio geotécnico se desarrolla de forma más completa en el Apéndice E. *Geotecnia*.

A modo de resumen, a continuación se presentan las características del terreno y su efecto sobre las cimentaciones.

6.1. Propiedades del terreno

El aeropuerto de Barcelona- el Prat se sitúa sobre los terrenos del delta del río Llobregat, los cuales están formados por materiales arcillo-arenosos en los que se pueden apreciar los siguientes niveles:

– Capa vegetal y rellenos antrópicos: 0.0 – 0.8m
– Limos sueltos: 0.8 – 2.8m
– Arenas sueltas: 2.8 – 6.0m
– Arenas medias con niveles arcillosos: 6.0 – 20.1m

Otra característica importante del terreno sobre el que se desarrolla el proyecto es la proximidad del nivel freático. Dada la localización del terreno en cuestión en el delta del río Llobregat, es necesario tener en cuenta la proximidad del nivel freático (cota +1.0 m).

6.2. Influencia en la cimentación

Debido a la baja capacidad portante del terreno, será necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones para el desarrollo de las cimentaciones.

– Retirada de la capa de suelo vegetal y rellenos antrópicos
– Introducción de una capa de material de aportación con la capacidad portante suficiente para soportar la actividad a desarrollar en la parcela
– Considerar el nivel freático del terreno en que se trabaje

Así mismo, para la proyección de la cimentación se asumirá que se trabaja sobre un terreno de tipo cohesivo y se trabajará a partir de la respuesta del terreno frente a una aplicación rápida de las cargas en condiciones no drenadas.

CAPÍTULO 7. CIMENTACIÓN

El procedimiento utilizado para definir la estructura a utilizar se detalla en el Ápendice G. *Cimentación*.

A continuación se hace una pequeña introducción y resumen de los criterios aplicados y resultados obtenidos.

7.1. Solución adaptada

En este caso se ha considerado que las cimentaciones a llevar a cabo serán del tipo superficial dado la facilidad de ejecución y reducción del coste que su utilización representa frente a las cimentaciones profundas.

Concretamente se utilizarán tres tipos de zapatas. Para los pilares exteriores de los pórticos se utilizarán zapatas cuadradas, mientras que para los dos pilares internos de los pórticos se dispondrá una zapata rectangular combinada que recogerá ambos pilares. Para el muro de la fachada lateral se utilizará una zapata corrida a lo largo de esta.

Para el dimensionado de las zapatas se tendrán en cuenta los procedimientos descritos en el documento DB-SE-c del CTE y en lo descrito en la instrucción EHE-08 capítulo XII. Así mismo, se tendrán en cuenta los resultados obtenidos en el informe geotécnico adjunto en el Ápendice **??**. *Informe Geotécnico*. Del cual, a partir de la fórmula de Terzhagi y posteriormente considerando la influencia de las dimensiones de las zapatas proyectadas en cada uno de los casos, se ha definido la tensión admisible del terreno sobre el que se llevarán a cabo las cimentaciones.
Para esta definición es imprescindible tener en cuenta que se ha asumido que la carga se reparte en ambas direcciones ortogonales con un ángulo de 30º para las zapatas cuadradas o rectangulares y en una única dirección para el caso de zapata corrida y que la carga se aplicará a 1.60m por encima de la capa de terreno blando más limitante.

7.2. Dimensionamiento zapatas

El dimensionamiento de las zapatas se hará de manera distinta según el tipo de zapata.

Sin embargo, en todos los casos se deberá tener en cuenta la geometría definida, los esfuerzos transferidos al terreno más limitante, los resultados obtenidos del informe geotécnico y los criterios relativos a las tensiones indicados a continuación:

$$\sigma_{med} \leq \sigma_{adm} \qquad \sigma_{max} \leq 1.3\sigma_{adm} \qquad \sigma_{min} \geq 0$$

En la Tabla 7.1 se indican las dimensiones de las zapatas proyectadas una vez comprobado que cumplen los requisitos necesarios para ser válidas.

Pilares a zapata	Tipo de Zapata	A -eje y- (m)	B -eje x- (m)	H
Exteriores	Cuadrada	3.5	3.5	0.9
Interiores	Rectangular combinada	6	2.5	0.9
Fachada lateral	Corrida	24	4	0.9

Tabla 7.1: Dimensionamiento de zapatas

7.3. Dimensionamiento armadura

Para el dimensionamiento de la armadura es necesario definir primero con que tipo de cimentación (rígida o flexible) estamos trabajando. Esto viene definido por la relación entre el canto y el vuelo de la zapata según la condición indicada en la figura 7.1

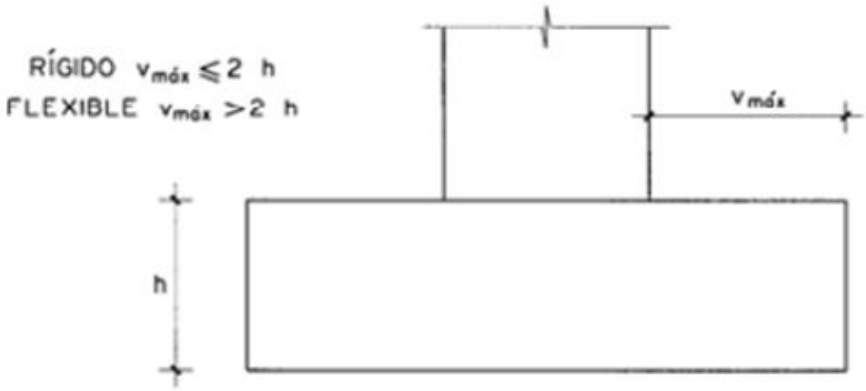


Figura 7.1: Condición de vuelo

En este caso, todas las zapatas proyectadas son cimentaciones rígidas. Esto permite utilizar el método de bielas y tirantes para el dimensionado de la armadura, el cual se refleja en la tabla 7.2 .

Tipo de zapata	Armadura			
	Eje X		Eje y	
	Armado	Longitud anclaje (cm)	Armado	Longitud Anclaje(cm)
Cuadrada	Ø16 a 0.22m	56.3	Ø16 a 0.22m	56.3
Rectangular combinada	Ø16 a 0.19m	48.7	Ø16 a 0.23m	59
Corrida	Ø16 a 0.23m	59	Ø16 a 0.22m	56.3

Tabla 7.2: Armado de zapatas

CAPÍTULO 8. PRESUPUESTO

Para realizar el presupuesto del proyecto de ampliación de al Terminal corporativa del Aeropuerto de Barcelona – El Prat, se han tenido en cuenta las siguientes partidas:

- *Demoliciones y acondicionamiento de la parcela*
- *Movimiento de tierras*
- *Cimentaciones*
- *Forjado*
- *Estructura*
- *Cerramientos*
- *Carpintería y otros*
- *Metalistería y vidreria interior*
- *Pavimentación*
- *Jardineríav - Seguridad en caso de incendio*
- *Instalaciones*
- *Seguridad y salud*

El coste correspondiente a cada una de las partes integrantes de las partidas se han obtenido del banco de precios BEDEC de enero de 2016 del Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITec). El desglose de cada una de estas partidas, con las correspondientes mediciones, se pueden encontrar detalladas en el Apéndice **??**.*Presupuesto de este documento*.

Para la partida de instalaciones, se ha hecho una aproximación del coste que podría tener cada una de ellas, ya que para este proyecto no se ha hecho el estudio correspondiente para cada una de ella y por lo tanto no se pueden desglosar. Asimismo, para obtener la partida de seguridad y salud, se aplica un porcentaje del 3 % sobre el total del presupuesto sin IVA, gastos generales ni beneficio industrial.

A partir de las partidas definidas y los costes obtenidos del BEDEC, el presupuesto asciende a UN MILLÓN CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y CINCO CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS (1.435.475,73 euros).

Sobre este subtotal, se aplica un 13 % de gastos generales y un 6 % de beneficio industrial. Así se obtendrá un presupuesto total exento de IVA de UN MILLÓN SETECIENTOS OCHO MIL DOSCIENTOS DIECISÉIS CON DOCE CÉNTIMOS (1.708.216,12 euros).

Finalmente, tras aplicar un 21 % de IVA, el presupuesto final asciende a DOS MILLONES SESENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y UNO CON CINCUENTA CÉNTIMOS (2.066.941,50 euros).

CAPÍTULO 9. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

La obra relativa a la ampliación de la terminal corporativa consta de dos fases, una primera fase de ampliación y una posterior de remodelación del edificio ya existente.

Se pretende construir primero el nuevo edificio para posteriormente, poder reubicar a los trabajadores de la planta superior en las nuevas oficinas y empezar con la fase de remodelación de la planta superior del edificio sin afectar así, la operativa de las empresas.

Por tanto, hasta que no se finalice la primera parte, de ampliación, no se podrá empezar con la segunda fase, de remodelación.

A continuación se presenta un esquema básico del proceso constructivo a seguir, en el Apéndice I. *Planificación del proyecto* de planificación se detallan todos los pasos y se adjunta un diagrama de Gantt del proceso total.

9.1. FASE 1. Edificio ampliación

1. Trabajos previos:
Estudios de obra y servidumbres, anuncios a las entidades correspondientes, contratación de recursos necesarios y preparación del terreno.

2. Movimiento de tierras:
Retirada de rellenos y compactación.

3. Cimentaciones:
Construcción de las zapatas.

4. Estructura:
Fabricación de la estructura metálica, colocación de pilares metálicos y construcción de los de cemento, formación de forjados unidireccionales.

5. Cerramiento de Cubierta y Fachada:
Colocación fachada de vidrio y hormigón, así como de otros elementos necesarios.

6. Instalación de redes, pavimentación exterior y carpintería.

7. Urbanización y otros.

9.2. FASE 2. Remodelación edificio existentes

8. Trabajos preliminares:
Reubicación de las oficinas existentes en la terminal previa a la nueva terminal.

9. Trabajo interior:
Derribos de los tabiques de la planta superior que posteriormente se levantaran con la nueva distribución.

10. Acabados:
Acabados finales de las nuevas salas VIP.

CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo era poder hacer un estudio del tráfico previsto en un horizonte de 20 años para el Terminal Corporativo del Aeropuerto de Barcelona-El Prat y en base a los resultados concluir sobre la necesidad de ampliación del edificio y la correspondiente plataforma. Con ello se pretendía posteriormente hacer las expansiones necesarias para así hacer que todo el flujo esperado pudiera ser absorbido.
Ahora después de todo lo desarrollado previamente, podemos afirmar que hemos logrado el objetivo del trabajo ya que se ha diseñado un edificio terminal anexo al que se tenía que permite absorber la demanda prevista de tráfico.

Entrando más en detalle, en el primer apartado, se ha hecho una búsqueda de todos los procedimientos usados para el cálculo de prognosis aeronáuticas y se ha decidido cuál era la mejor para nuestro proyecto y horizonte de estudio, así como para nuestras herramientas disponibles.
A la hora de realizar tal prognosis, se ha tenido que buscar mucha información relativa a población y datos económicos provistos por los ministerios del Estado y de Catalunya. Los datos de tráfico se han obtenido directamente de AENA.
El resultado finalmente ha sido satisfactorio pese que en un principio costó mucho empezar el proyecto debido a la falta de datos claros disponibles relativos al Terminal corporativo (lo cual ha sido el mayor problema de todo el proyecto).

Una vez se han tenido los datos de prognosis, en los dos siguientes puntos, se ha analizado el edificio actual, sus características y el poder de absorción.
Con los datos de la prognosis y los datos de volúmenes admisibles de pasajeros y de aeronaves, se llega a dos conclusiones: por un lado, la plataforma es suficiente y no necesita ampliación; por otro lado, la terminal necesita más espacio, lo que es lo mismo una ampliación para poder gestionar el futuro nivel de tráfico.
De esta forma, se desarrolla la idea de ampliación concluyendo que es mejor hacerla anexa al edificio actual ya que nos da muchas más ventajas.
En definitiva, se plantea el proyecto de una terminal más grande, construyendo una parte anexa a la actual, la cual permitirá ubicar todas las oficinas y dejar todo el espacio existente para pasajeros para, de esa forma, absorber el tráfico necesario. Además así se dará la oportunidad de segregar el tráfico de pasajeros de los trabajadores.

Una vez diseñado nuestro proyecto se pasa a la parte de la estructura. En lo relativo a está, considerando que se quería respetar la arquitectura del edificio original y seguir en la misma línea, se ha conseguido proponer un conjunto de elementos portantes que cumplan los requisitos necesarios. Así, la estructura metálica presentada cumple los criterios necesarios para garantizar la seguridad estructural del edificio planteado a la vez que consigue mantener la línea del edificio Terminal precedente optimizando los tiempos de ejecución de proyecto frente a otras tipologías de estructura como la de hormigón armado.
De este modo, pese a que nuestros conocimientos probablemente no nos han permitido llegar a la solución más óptima, consideramos que la opción propuesta es coherente y acorde a la problemática presentada y herramientas disponibles para su resolución.

Una vez finalizada la estructura se diseñan todos los cerramientos (cubierta, fachadas y solera) de tal forma que cumpla los requisitos térmicos establecidos en el Código Técnico de Edificación, así como respetando la harmonía constructiva de todo el edificio para que siga una buena estética. Se eligen pues, fachadas prefabricadas de hormigón con porex aislante (con diferentes características en función de su posición) y unos vidrios de doble cara con gas en su interior que permiten un muy buen aislamiento (pese a ser más caros, al tener tanto porcentaje de vidrio necesitamos que estos sean lo más aislantes posibles). También se hace un estudio sobre el volumen de carga térmica que producirá el edificio y se plantea un sistema todo agua para poder refrigerar el nuevo edificio.

Una vez se tiene todo lo anterior, en los últimos puntos se pasa a hacer un presupuesto de la obra a gran escala teniendo en cuenta todo lo anterior.
También se hace una planificación de la futura obra, teniendo en cuenta todos los aspectos más destacados, y se elabora un diagrama de Gantt teniendo en cuenta todos los procesos y sus dependencias.

En general, consideramos que hemos alcanzado todos los objetivos planteados. En cualquier caso, esto sólo es una primera aproximación al proyecto real que se tendría que llevar a cabo. Por tanto, si en un futuro se quisiera llevar a término se tendría que tener en cuenta todo lo que sigue: Por un lado usar técnicas computacionales para la prognosis, para ver si podemos obtener unos datos más concretos. Por otro lado en cuanto a diseño del edificio se tendrían que plantear todas las instalaciones necesarias (sistema eléctrico, climatización, instalación de agua y de eliminación de residuos, gas si fuera necesario). También se debería tener en cuenta todo lo que son los acabados finales del edificio Terminal, desde pintura hasta mobiliario, pasando por luminaria, puertas interiores, decoración, etc. Con todo esto se redefinirían tanto la planificación como el presupuesto y se obtendrían unos resultados mucho más realistas y ajustado.
No obstante, consideramos que los resultados obtenidos son viables dado que el proyecto se desarrolla en un ámbito académico y no disponemos de todas las herramientas necesarias para definir de un modo más adecuado los aspectos mencionados anteriormente para obtener un resultado lo más realista posible.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Arroyo Portero, J.C. , *Números gordos en el proyecto de estructuras*, (Cinter Divulgación Técnica, Madrid 2009)

[2] Jimenez Salas, J.A.; de Justo Alpañes, J.L., *Geotecnia y cimientos*, (Rueda, Madrid 19759)

[3] Echegaray Jaile, F.X., *Proyecto constructivo de un hangar en Barcelona*, (Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona 2015) https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/25696[Accedido online].

[4] Several Authors; aena.es, http://www.aena.es/csee/Satellite, [Online, accedido 20-Diciembre-2016]]

[5] Several Authors; upm.es (ingenieria aeroporturía) , http://servidor-da.aero.upm.es/wip/apuntes/tercero/ingenieria-aeroportuaria/IngenieriaAeroporturaria20(Joaquin).pdf[Accedido Online]

[6] IDESCAT, Several Authors; www.idescat.cat (Empreses y finances) ,http://www.idescat.cat/economia/inec?tc=2&id=14 [Online; accedido 10-enero-2016].

[7] Instituto Nacional de Estadística, Several Authors; www.ine.es (Demografia) ,http://www.ine.es/inebmenu/mnu_padron.htm [Online; accedido 10-enero-2016].

[8] Ministerio de España, Several Authors; serviciosede.mineco.gob.es (Bases de Datos) ,http://serviciosede.mineco.gob.es/indeco/BDSICE/Busquedas/busquedas_new.aspx [Online; accedido 10-enero-2016].

[9] Several Authors; www.fomento.gob.es (planes directores), http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/AVIACION_CIVIL/POLITICAS_AEROPORTUARIAS/ITA/PLANES_DIRECTORES/PLANES_DIRECTORES/, [Online; accedido 12-enero-2016].

[10] Several Authors; aena.es, http://www.aena.es/csee/Satellite/HomeAena, [Online; accedido 15-Enero-2016].

[11] Several Authors; igc.cat, http://www.icgc.cat/, [Online; accedido 05-Febrero-2016].

[12] Several Authors; codigotecnico.org, http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia, [Online; accedido 2-Marzo-2015].

[13] Several Authors; codigotecnico.org (DB-SE/DB-SE-AE/DB-SE-C/DB-SE-A /DB-HE), http://cte-web.iccl.es/, [Online; accedido 13-Abril-2016].

[14] Several Authors; itec.cat, http://itec.cat/nouBedec.c/bedec.aspx, [Online; accedido 25-mayo-2016].

[15] Cognoms-autor, Inicial-nom. “Títol de l’article”. *Títol de la revista*. **volum**(numero), pagina1–paginaN. (Any publicació)

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Telecomunicació
i Aeroespacial de Castelldefels

APÉNDICES

TÍTULO DEL TFG: Análisis y propuesta de ampliación de la terminal corporativa del aeropuerto de Barcelona-El Prat

TITULACIÓN: Grau en Enginyeria d'Aeronavegació y Grau en Enginyeria d'Aeroports

AUTORES: Esther Delgado Pinedo
Alba Marín Garcia

DIRECTOR: Climent Molins Borrell

FECHA: 6 de julio de 2016

GLOSARIO

EXP Volumen de exportaciones de la zona estudiada.
FBO Fixed-base operator (otra manera de referirse al terminal corporativo)
IMP Volumen de importaciones de la zona estudiada.
OCT Otra clase de tráfico.
OPS Operaciones
PAX Pasajeros
PIB Producto interior bruto de la zona estudiada.
POB Volumen de población en la zona estudiada.
SM Número de sociedades mercantiles creadas en la zona.
VIP Personas con privilegios especiales por su estatus o importancia.

APÉNDICE A. MÉTODOS DE PROGNOSIS

En el contexto de la aviación civil es muy importante contar con proyecciones fiables para poder realizar la posterior planificación de diferentes actores como son: las políticas de los gobiernos en cuánto al tráfico aéreo y el espacio aéreo, las planificaciones de los aeropuertos y el diseño de nuevas infraestructuras, las estrategias de las compañías y nuevas rutas, ayudar a los productores de aviones para que fabriquen en función de las necesidades que se crearán A la hora de llevar una prognosis a cabo la primera consideración que se tiene que tener en cuenta es el horizonte para el que ésta se realizará. Las prognosis pueden ser de período corto, período medio o largo período. Así mismo, los diversos métodos de prognosis se pueden dividir en tres categorías: – Cuantitativos o matemáticos – Cualitativos o crítico – Análisis de decisión

A.1. Métodos cuantitativos de prognosis

Estos métodos se basan en recopilar una serie de datos históricos y desarrollar un pronóstico basado en un conjunto de reglas.
Están divididos en dos categorías:

A.1.1. Análisis de series temporales

En estos se parte de la idea de que los patrones históricos seguirán comportándose de igual forma con el tiempo. Son fuertemente dependientes de la disposición de datos históricos para poder llevar a cabo la predicción.

A.1.1.1. Proyección de tendencias

Es el método principal de análisis de series temporales.
Consiste en coger el histórico de datos de tráfico que se quieren estudiar y proyectarlos en el tiempo. Cuando se hace una predicción de mediano o largo período usando esta técnica, el analista asume que los factores históricos que afectaron al tráfico y lo hicieron crecer de la forma que lo hizo a corto período, seguirán comportándose de la misma forma en el futuro.

Las diferentes curvas que se suelen usar son las que siguen (con el tráfico Y variable dependiente):
– Lineal: crecimiento lineal de la variable.
– Exponencial: el crecimiento de la variable aumenta con el tiempo.
– Parabólica: el crecimiento de la variable aumenta con el tiempo.
– Gompertz: el crecimiento de la variable se frena con el tiempo.

A.1.1.2. Métodos de descomposición

Estos métodos consisten en diseccionar el problema en varios componentes. Son muy importantes y se usan cuando se trata de casos en los que existen patrones cíclicos históricos. Ayudan a identificar tres aspectos básicos de los datos: el factor de tendencia, el factor estacional y cualquier factor cíclico que pueda existir.
Estos métodos son los siguientes:
- Smoothing exponencial y medias móviles:
Las dos se basan en la técnica de la descomposición y son muy similares. Mientras que la de smoothing da más valor a los datos más recientes, la de medias móviles les da el mismo peso a toda la serie de datos.
La ventaja de medias móviles es que su aplicación es más sencilla y directa, mientras que en la de smoothing la principal ventaja es que son necesarios menos datos que para la de medias.
Estas dos técnicas pueden ser usadas para prognosis a corto plazo.
- Box- Jenkins: Este método es adecuado para manejar los datos de series temporales complejas en las que una variedad de patrones existe como una continuación de una tendencia, un factor de temporada y un factor cíclico. Normalmente, se utiliza el más reciente punto de datos como el valor inicial, y luego analiza los recientes errores de predicción para establecer los factores de ajuste para períodos futuros. Sólo es apropiado para una predicción a muy corto plazo.

- Filtrado adaptativo: Este método toma un conjunto inicial de los pesos y calcula un pronóstico para el siguiente periodo o para el año más reciente del que se dispone de datos. Es un método iterativo, se repite ajustando los pesos para reducir el error cuadrático medio. Al final queda el modelo con menos error y más ajustado. De nuevo es válido para prognosis a corto plazo.

A.1.2. Métodos causales

Pese que a la hora de hacer una prognosis, las técnicas anteriores son bastante fiables y útiles, solo son aplicables a los períodos cortos. En los períodos medios y sobretodo en los largos períodos, son bastante poco fiables y poco precisas.

Es por eso que en los períodos largos otros factores como los económicos, sociales, operacionales, tácticos entran en juego.

Los métodos causales pues, usan una relación causa-efecto. Es un procedimiento matemático que intenta predecir cómo afectan un seguido de variables a la variable principal, y en consecuencia, ser capaces de ver como crecerá la variable principal a medida que lo hacen las otras.

Las dos formas más habituales son las que siguen:

**** Análisis Econométrico

De todos los métodos de prognosis son los más extendidos y usados para las previsiones de tráfico de aviación civil.

El análisis econométrico trata de abarcar la influencia de un número elevado de variables que influenciaran el tráfico aéreo.

Se usan regresiones lineales múltiples con ecuaciones que siguen la forma:

Donde Ao es la ordenada en el origen de la recta de regresión, los coeficientes de A1-An son los coeficientes de las diversas variables y las variables en si están representadas por las X.

Presenta la ventaja de que permite conocer de manera precisa la evolución por segmentos y como desventaja que es complicado encontrar la regresión múltiple más idónea.

A.2. Métodos cualitativos de prognosis

Este método se basa en la experiencia lógica de un grupo de expertos que se reúne y evalúa las tendencias para realizar una estimación valorativa.
Pese a parecer un método muy subjetivo y poco exacto, está demostrado que es una buena técnica ya que los expertos pueden considerar varias variables que los modelos matemáticos pueden obviar.
Las principales desventajas son la ausencia de medidas estadísticas en las que basar los resultados.

A.2.1. Método Delphi

Se forma un grupo de expertos y se les pasa un cuestionario previamente elaborado para conocer cuáles son sus prioridades. Posteriormente se intercambian los resultados entre el grupo de expertos. Se vuelve a pasar el cuestionario a los expertos de forma individual. El proceso es iterativo y sigue hasta que se llega a una solución lo más homogénea posible.

A.2.2. Proyección tecnológica

Hay dos maneras de realizarla:
● Técnicas exploratorias: usan la base actual de conocimientos para evaluar en términos generales las condiciones futuras.

● Técnicas normativas: comienzan con la evaluación de las metas y objetivos de futuro y trabajar hacia atrás para determinar los desarrollos necesarios con el fin de alcanzar los objetivos deseados.

A.3. Métodos de prognosis con análisis de decisión

Mezcla de los dos anteriores, cuantitativas y cualitativas.

El juicio del analista se utiliza en la preparación de los pronósticos de un campo de especialización particular en combinación con algunas técnicas estadísticas o matemáticas.

A.3.1. Análisis de la Cuota de Mercado

Es una técnica muy útil para la predicción a niveles locales. Se pueden emplear para ver la contribución de una región en particular, de un hub o de un aeropuerto normal en la actividad aérea nacional. Los pasos a seguir son:

La principal ventaja de este método es la mínima subjetividad, como desventaja encuentra que la estabilidad de los porcentajes no está asegurada.

A.3.2. Análisis de probabilidades

Dentro del proceso de análisis de decisión, tener una distribución de resultados posibles para una variable puede proporcionar un resultado más realista, y la gama de la previsión puede ser evaluada sobre la base de las probabilidades subjetivas. Por tanto se trata de establecer una serie de probabilidades para los futuros comportamientos de las variables y proyectar teniendo las diferentes probabilidades en cuenta.

A.3.3. Bayesian análisis

Un procedimiento para mejorar una estimación previa en el uso de nuevos datos o el uso de regresión condicional, un método para utilizar datos objetivos para refinar las estimaciones previas de los coeficientes de regresión. En este método, los coeficientes de una de las variables explicativas pueden ser asignados sobre la base de una base a priori y los coeficientes de las otras variables pueden entonces ser re- estimado. Este proceso puede repetirse hasta que se han estimado todas las relaciones.

A.3.4. System Dinamics

Usan modelos informáticos a gran escala de fórmulas matemáticas integradas y algoritmos. Tales métodos se pueden utilizar para simular el comportamiento del sistema en cuestión en respuesta a ciertas variables. Estos modelos pueden ser utilizados para evaluar escenarios de políticas alternativas y su impacto en la actividad de la aviación.

APÉNDICE B. ESTRUCTURA

B.1. Solución adaptada

Para el edificio correspondiente a la ampliación de la actual terminal corporativa, a nivel de estructura, se pretende utilizar una estructura similar a la utilizada en el actual edificio terminal.
Así, se ha elegido utilizar una estructura metálica no solo por estar en sintonía con la actual terminal corporativa sino también por las ventajas que presenta este tipo de estructura. Trabajar con estructura metálica nos permite una ejecución rápida, una reducción del canto del forjado respecto al que sería necesario para cubrir las mismas luces con otro tipo de estructura y ligereza en lo que al peso del forjado se refiere.

B.1.1. Pilares

La estructura de la ampliación del edificio Terminal está compuesta por una serie de pilares metálicos distribuidos en planta tal y como se indica en las figuras B.1 y B.2.

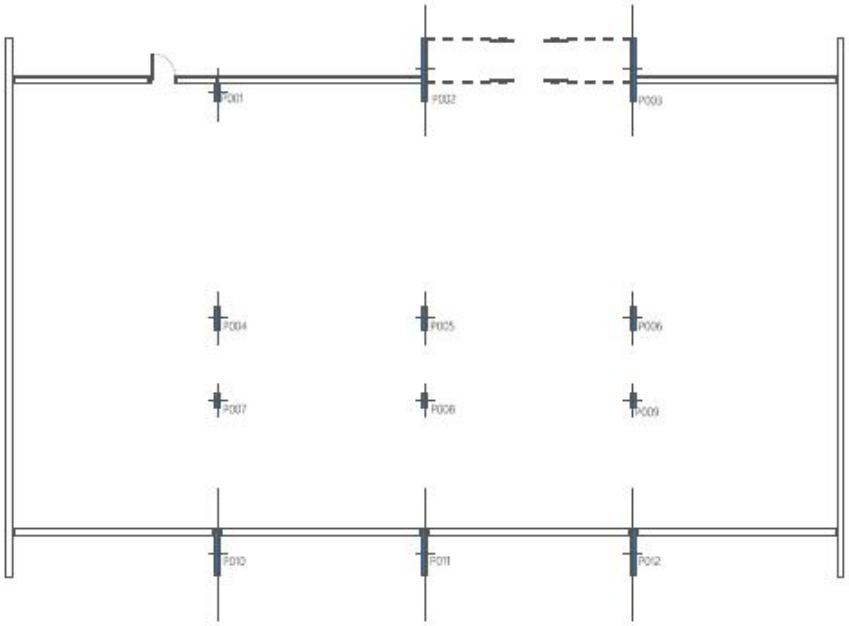


Figura B.1: Distribución pilares planta inferior

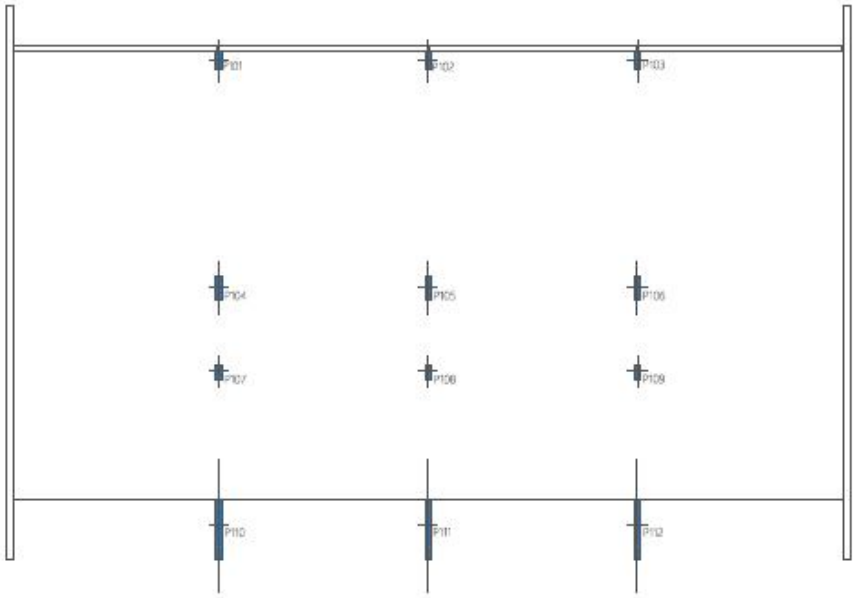


Figura B.2: Distribución pilares planta superior

Estos pilares, forman los pórticos de la estructura, distribuidos cada 9m, cubriendo unas luces de 9.76, 3.6 y 6.7m. Así, en planta, encontramos un total de 3 pórticos distribuidos tal y como se indica en las figuras B.3, B.4 y B.5.

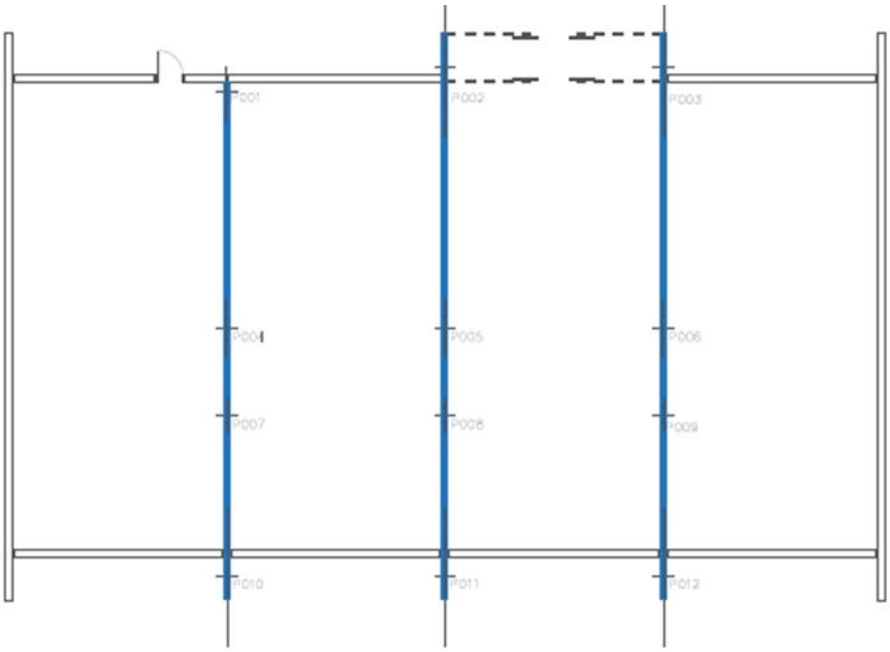


Figura B.3: Pórticos planta inferior

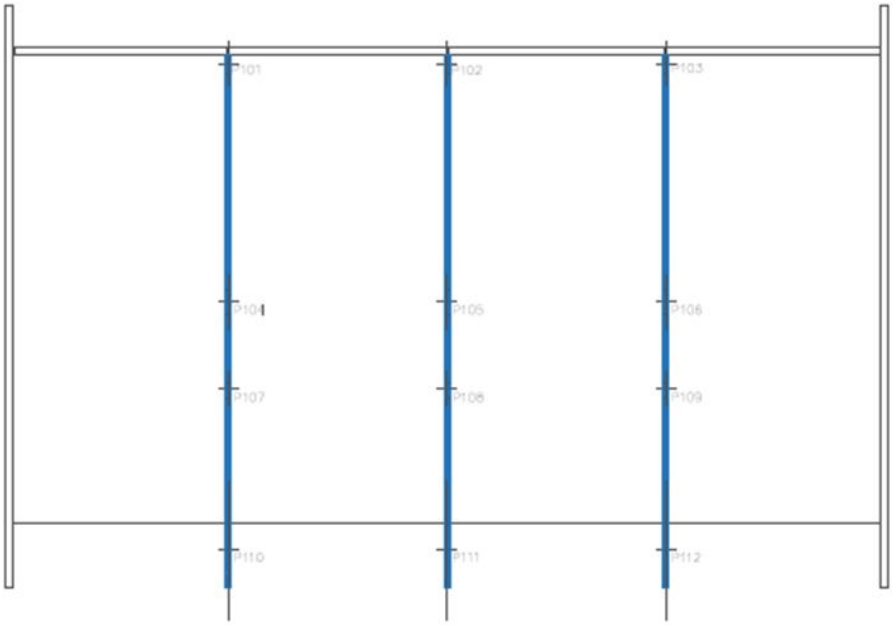


Figura B.4: Pórticos planta superior

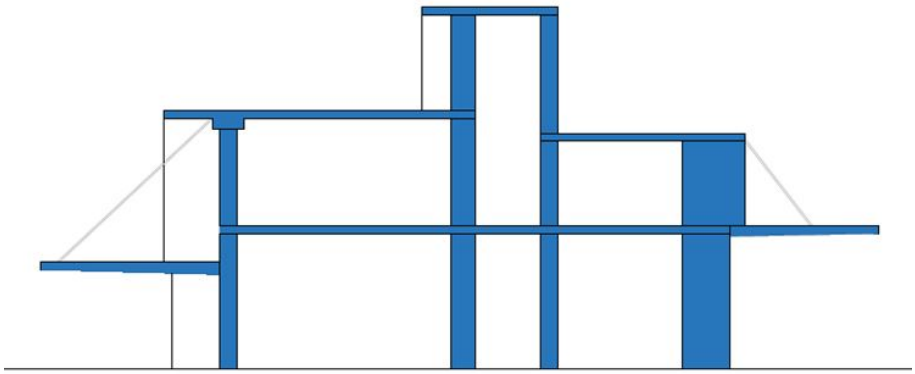


Figura B.5: Pórticos

B.1.2. Vigas

Para cubrir las luces de estos pórticos se utilizaran vigas boyd, cuyos alveolos en el alma de la viga permiten reducir el peso de la viga de manera que para un mismo peso de una viga no alveolada, las vigas boyd presentan un mayor momento de inercia y módulo resistente. Es decir, la aligeración del alma de las vigas no implica una gran pérdida de resistencia ni de rigidez en relación al peso, por lo que las deformaciones en este tipo de vigas son poco apreciables.
Así mismo, los alveolos del alma de las vigas permiten el paso de instalaciones y reducir el peso de estas repercutiendo de manera positiva en el resto de elementos estructurales (cimentación, pilares. . .).

En aquellos puntos en los que las vigas sean más sensibles a cortante, como pueden ser los extremos de estas mismas y las entregas con las correas, los alveolos quedarán macizados para asegurar la resistencia a cortante.

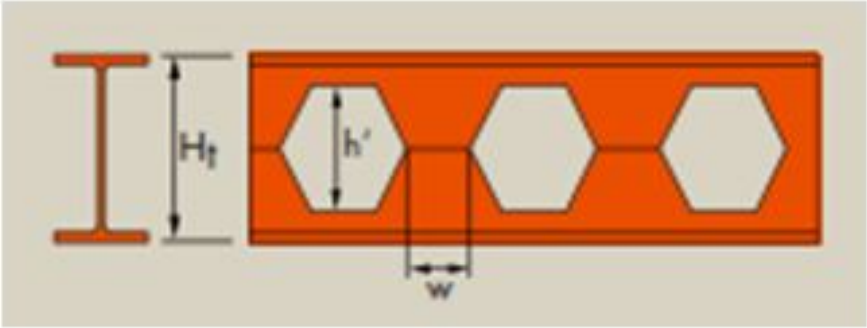


Figura B.6: Viga de alma aligerada, viga tipo Boyd

B.1.3. Forjados

Respecto a los forjados, se utilizara un forjado mixto de chapa grecada y hormigón colaborante. Esta solución compuesta por una chapa metálica grecada, una capa de hormigón y una armadura bidireccional superior (mallazo), permite reducir el canto y peso del forjado.

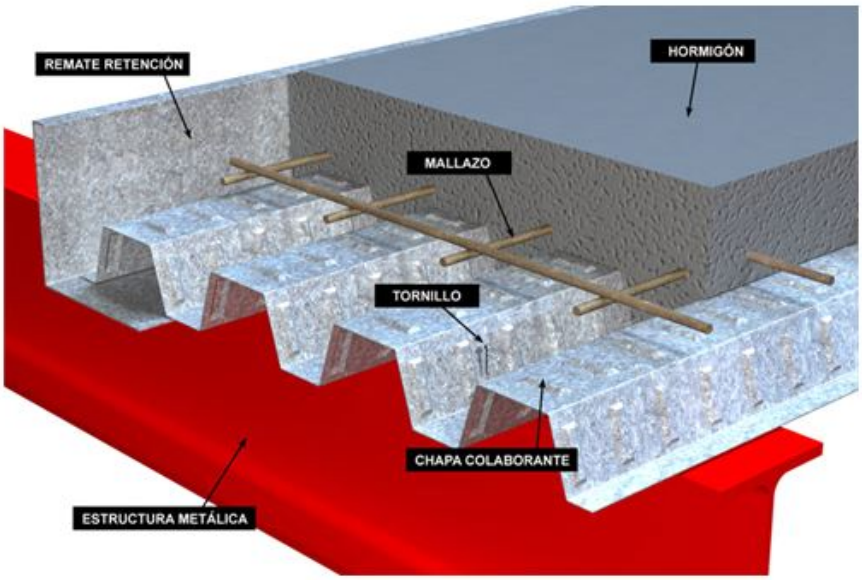


Figura B.7: Forjado mixto

La chapa presente en el forjado aporta estabilidad a los pórticos y reemplaza las armaduras de tracción contribuyendo a resistir los momentos flexores positivos. Por otro lado, la función del mallazo es controlar la fisuración del hormigón debida a la retracción y efectos de la temperatura, así como reforzar la resistencia del hormigón situado en la parte superior frente a impactos.
Debido a las grandes luces que tienen que cubrir los forjados, será necesario disponer

una serie de correas entre los pórticos donde apoyarán los forjados de manera que las luces resultantes sean aptas para forjados de este tipo.
Para decidir cómo disponer el forjado respecto a las vigas y correas, se ha optado por aquella opción que permite un mejor trabajo por parte de este. Esta es apoyando el forjado sobre las vigas y correas de manera que obtenemos un forjado continuo, de construcción más sencilla y que permite mayor espacio para paso de instalaciones entre las correas y el falso techo.

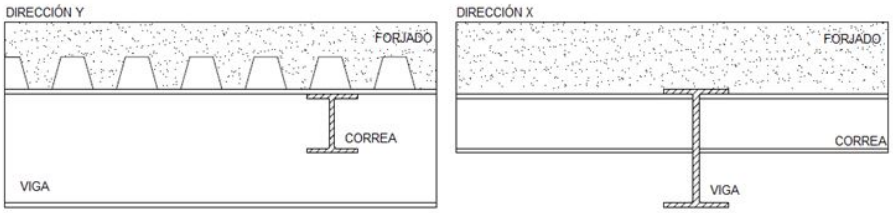


Figura B.8: Disposición de forjado, vigas y correas

B.1.4. Cubierta

Por lo que respecta a la cubierta, para la ampliación se ha elegido una cubierta planta, invertida i transitable.

En este caso, querer seguir con la arquitectura del edificio original nos lleva a una cubierta a 3 niveles distintos. Pese a que únicamente sería estrictamente necesario que una de ellas fuera accesible para mantenimiento (aquella que albergue las máquinas de clima), por simplificación, se ha definido el mismo tipo de cubierta para los 3 niveles.

Dado que habrá algunas instalaciones que se encontraran en la cubierta, se utilizará una cubierta con pavimento flotante que permite el paso de instalaciones en el espacio que existe entre la capa de mortero y el pavimento.

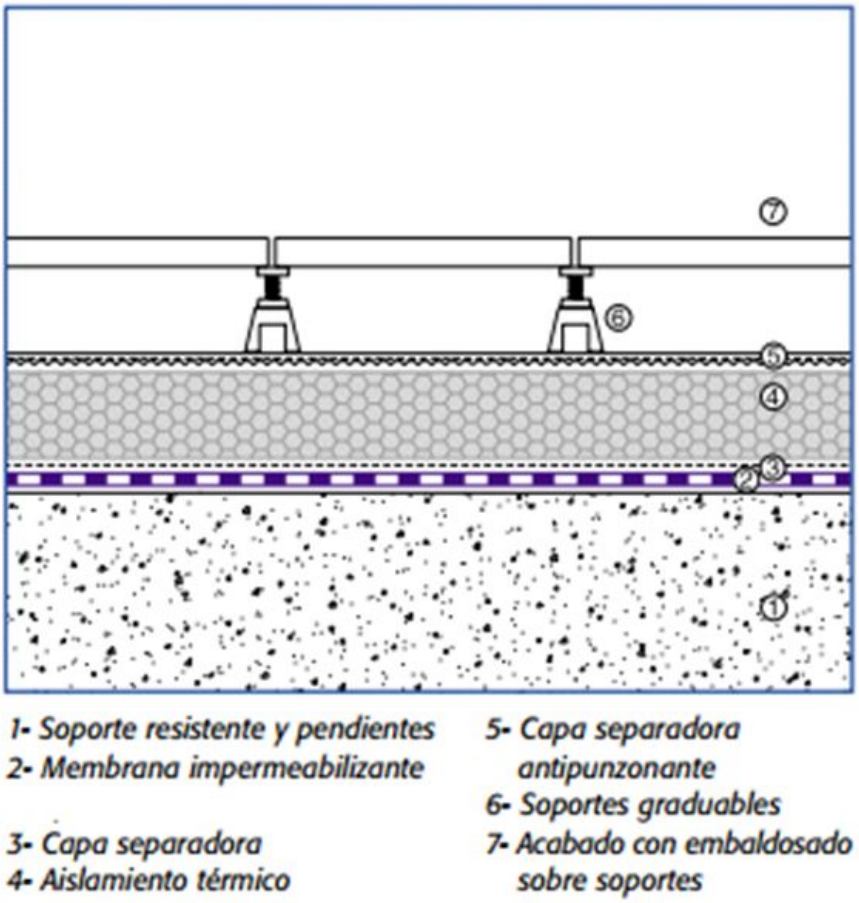


Figura B.9: Detalle cubierta de pavimento elevado

B.1.5. Voladizos y tirantes

Como se puede observar en la figura B.5, el edificio de ampliación tiene dos voladizos, uno en el lado aire y otro en el lado tierra. Estos voladizos están dispuestos en ambos accesos del edificio con un fin estético y funcional y en ambos casos están anclados al resto de la estructura mediante tirantes y uniones.

Al no tener un carácter estructural, estos voladizos únicamente deberán soportar su peso propio y la sobrecarga correspondiente a la nieve. Los perfiles utilizados se indican en la tabla 4.5.

B.2. Acciones en la estructura

Para poder dimensionar correctamente los elementos estructurales del edificio ampliación de la nueva terminal corporativa de Barcelona, es necesario definir las cargas o acciones que estos tienen que soportar.
Estas acciones, se pueden clasificar en verticales y horizontales, y a su vez, según el CTE DB SE-AE, tanto las acciones verticales como horizontales se clasifican en permanentes, variables o accidentales. Siendo las acciones permanentes aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante, variables aquellas que pueden actuar o

no sobre el edificio y accidentales aquellas con poca probabilidad de ocurrir pero de gran importancia.
En este caso, se ha considerado la acción del viento como despreciable debido a que la altura del edificio en cuestión no es lo suficientemente significativa como para que este se vea afectado por la fuerza horizontal ejercida por el viento.
A continuación se indican las acciones a tener en cuenta en el dimensionamiento de cada uno de los elementos estructurales del edificio.

B.2.1. Forjados

Para el cálculo de forjados estos se consideran tal como se indica en la figura B.10, siendo los forjados (1) (2) y (3) los forjados pertenecientes a las cubiertas y los forjados (4) y (5) los pertenecientes a las plantas.

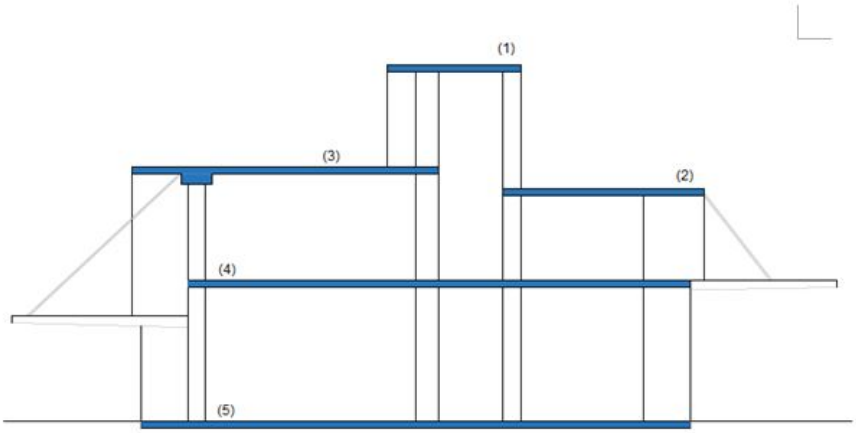


Figura B.10: Forjados

B.2.1.1. Forjado cubierta (1)(2)(3)

Para determinar las acciones que actúan sobre el forjado superior se tienen en cuenta las cargas permanentes correspondientes al peso propio de la cubierta y del forjado; y como cargas variables se considerarán las correspondientes a la nieve i a la sobrecarga de uso de la cubierta.
En este caso, se considerará la acción variable del viento como despreciable tanto vertical como horizontalmente, ya que según se indica en el punto 3.3.4 del CTE DB SE-AE: *"En edificios con cubierta plana la acción del viento sobre la misma, generalmente de succión, opera habitualmente del lado de la seguridad, y se puede despreciar"*

- Cargas permanentes:

Peso Propio Cubierta

La tipología de cubierta elegida se indica en el punto 1.4. y el peso propio se obtiene del catálogo de fabricante (DANOSA) el cual especifica que el peso propio indicado corresponde a aquellos casos en los que se utiliza como soporte un forjado unidireccional de 25+5 enlucido inferiormente con un 1.5cm de yeso.

Al no ser este nuestro caso, para obtener el peso propio de este tipo de cubierta sin tener en cuenta el del forjado, se descuenta el peso específico correspondiente a un forjado unidireccional de 25+5. Esto es, descontar 3.7kN/m2 del peso indicado en el catálogo.

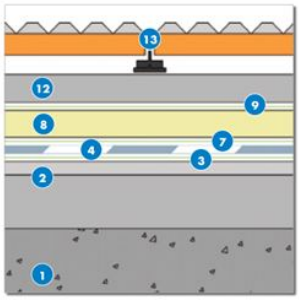
CUBIERTA PLANA TRANSITABLE PARA PEATONES (USO PRIVADO)
CON SOLADO FLOTANTE SOBRE SOPORTES REGULABLES (INVERTIDA)

FICHA IMS05	
Designación	–
Pendiente	0 - 5%
Membrana	Monocapa
Unión	No Adherido
Protección	Pesada
Soporte resistente	Forjado
Soporte base	Material de pendiente
Aislante	**DANOPREN 40****
Lámina	**DANOPOL FV 1,2**
Drenaje	–
Acabado	Solado flotante sobre soportes
Peso*	≈ 755 Kg/m²
Espesor*	≈ 70 - 90 cm
Aislamiento térmico*	U ≤ 0,47 W/m²·K
Aislamiento acústico a ruido aéreo*	R_A= 63,5 dBA
Aislamiento acústico a ruido de impacto*	L'_{nTw} < 65 dB
Resistencia al fuego*	REI 120
Comportamiento a fuego externo*	No procede

* Estos datos corresponden a la sección constructiva descrita en el precio simplificado de esta solución, adoptando como soporte resistente un forjado unidireccional de espesor 25+5 cm. enlucido inferiormente con 1,5 cm. de yeso.

** En aislamiento térmico se ha optado por el ejemplo más común, no obstante el espesor del material dependerá de la zona climática donde se sitúe el edificio, por lo que deberá realizarse el cálculo correspondiente para el cumplimiento del C.T.E.

SECCIÓN TIPO DE CUBIERTA



Este detalle constructivo es sólo orientativo.
NOTA: la pendiente mínima considerada en el C.T.E. es el 1% para cualquier tipo de material de impermeabilización.

ENCUENTRO CON PETO

Figura B.11: Detalle características cubierta

Peso propio Máquinas de clima

Se considera el peso correspondiente a las máquinas de clima como una carga permanente ya que actuarán a lo largo del tiempo sobre el forjado de la cubierta en la que se localicen.
Pese a que únicamente está previsto que una de las cubiertas albergue las máquinas de clima, por sencillez y versatilidad, se tendrá en cuenta esta carga en las 3 cubiertas.
La carga a considerar es de 2kN/m2.

Peso propio forjado

Para determinar el peso propio del forjado se ha utilizado un software de cálculo del fabricante Hainsa que permite determinar el canto del forjado a partir de las cargas aplicadas y de los materiales utilizados. El procedimiento seguido con este software se indica en el Apéndice C.*Forjados*.
A partir del canto encontrado y del peso propio indicado por el fabricante, encontramos el peso propio correspondiente al canto utilizado, el cual corresponde a 1.87kN/m2.

- Cargas variables:

Nieve

Teniendo en cuenta la altitud de la localización del edificio (Barcelona, nivel del mar) la carga variable correspondiente a la nieve es de 0.4kN/m2 según indica el CTE.

Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso correspondiente a la cubierta se obtiene del CTE DB SE-AE. Considerando que tenemos una cubierta plana accesible únicamente para conservación, la sobrecarga a aplicar es de 1kN7m2.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 (1)
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente (2)			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación (3)	G1(7)	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1(4) (6)	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) (5)	0,4(4)	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

Figura B.12: Valores característicos sobrecarga de uso

Teniendo en cuenta los apartados anteriores, la Tabla B.4 recoge las acciones a las que son sometidos los forjados de cubierta (forjados (1), (2) y (3)).

	Forjado(1)	Forjado(2)	Forjado(3)
Permanentes	p.p. cubierta=3.85kN/m2	p.p. cubierta=3.85kN/ m2	p.p. cubierta=3.85kN/ m2
	p.p. forjado=1.87kN/m2	p.p. forjado=1.87kN/m2	p.p. forjado=1.87kN/m2
	Máquinas clima = 2kN/m2	Máquinas clima = 2kN/m2	Máquinas clima = 2kN/m2
Variables	Nieve = 0.4kN/m2	Nieve = 0.4kN//m2	Nieve = 0.4kN/m2
	Sobrecarga uso = 1kN/m2	Sobrecarga uso = 1kN/m2	Sobrecarga uso = 1kN/m2

Tabla B.1: CARGAS VERTICALES: Acciones sobre forjados de cubierta.

B.2.1.2. Forjado planta tipo (4)(5)

Para determinar las acciones que actúan sobre los forjados de planta se tienen en cuenta las cargas permanentes correspondientes a la tabiquería, pavimento y al peso propio del forjado; y como carga variable se considerará la correspondiente a la sobrecarga de uso según la actividad llevada cabo en el edificio.

- Cargas permanentes:

Tabiquería

Según lo indicado en el CTE DB SE-AE PUNTO 2.1., basta con considerar como peso propio de la tabiquería una carga permanente de 1kN por cada m2 de superficie construida.

Pavimento

Según lo indicado en el CTE DB SE-AE, se considerará que el pavimento ejerce una carga permanente de 0.8kN/m2 sobre el forjado.

Tabla C.3 Peso por unidad de superficie de elementos de pavimentación

Materiales y elementos	Peso kN/m²	Materiales y elementos	Peso kN/m²
Baldosa hidráulica o cerámica (incluyendo material de agarre)		Linóleo o loseta de goma y mortero	
0,03 m de espesor total	0,50	20 mm de espesor total	0,50
0,05 m de espesor total	0,80	Parque y tarima de 20 mm de espesor	
0,07 m de espesor total	1,10	sobre rastreles	0,40
Corcho aglomerado		Tarima de 20 mm de espesor	
tarima de 20 mm y rastrel	0,40	rastreles recibidos con yeso	0,30
		Terrazo sobre mortero, 50 mm espesor	0,80

Figura B.13: Pesos elementos pavimentación

Peso propio forjado

Para determinar el peso propio del forjado se ha utilizado un software de cálculo del fabricante Hainsa que permite determinar el canto del forjado a partir de las cargas aplicadas y de los materiales utilizados. El procedimiento seguido con este software se indica en el Apéndice C.*Forjados*..
A partir del canto encontrado y del peso propio indicado por el fabricante, encontramos el peso propio correspondiente al canto utilizado, el cual corresponde a 1.87kN/m2.

textit- Cargas variables:

Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso se obtiene del CTE DB SE-AE (ver tabla B.12). Considerando que se trata de una zona de acceso al público con mesas y sillas, la sobrecarga a aplicar es de 3kN/m2.

Teniendo en cuenta los apartados anteriores, la tabla 4 recoge las acciones a las que son sometidos los forjados de planta (forjados (4) y (5)).

		Forjado (4)	**Forjado (5)**
Cargas verticales	**Permanentes**	p.p. forjado=1.87kN/m2	p.p. forjado=1.87kN/m2
		Tabiqueria=1kN/m2	Tabiqueria=1kN/m2
		Pavimento=0.8kN/m2	Pavimento=0.8kN/m2
	Variables	Sobrecarga uso = 3kN/m2	Sobrecarga uso = 3kN/m2

Tabla B.2: Acciones sobre forjado de planta.

B.3. Combinación de acciones

La comprobación estructural de un edificio debe verificar que la estructura dimensionada no sobrepasa los Estados Límites, siendo estos según el punto 3.2. del CTE DB-SE "aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido."

Es decir, para garantizar la viabilidad y seguridad estructural, es imprescindible verificar los Estados Límite.

No obstante, existen dos grupos de Estados Limites, los Estados Límites Ultimo (ELU) y los Estados Límite de Servicio (ELS).

– *Estados Límite Últimos (ELU)*
Son aquellos utilizados para verificar la resistencia y la seguridad de las estructuras estudiadas. Un Estado Límite Último superado representaría un riesgo para las personas.

– *Estados Límite de Servicio (ELS)*
Son aquellos utilizados para verificar la aptitud al servicio de las estructuras estudiadas. Un Estado Límite de Servicio superado afectaría al confort y bienestar de los usuarios, al correcto funcionamiento del edificio y a la apariencia de la construcción.

Con el objetivo de verificar la resistencia de la estructura (ELU), se hará un análisis basado en la combinación de acciones según el cual el valor de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria se obtiene considerando la actuación simultánea de todas las acciones permanente en valor de cálculo, una acción variable principal en valor de cálculo y el resto de acciones variables en valor de cálculo de combinación.
Este valor de cálculo se obtiene de la siguiente expresión:

$$\sum_{j=1}^{\infty} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i=1}^{\infty} \gamma_{Q,i} Q_{k,i} \psi_{0,1} \tag{B.1}$$

Donde:

Gk Acción permanente
Qk Acción variable
γg Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γQ,1 Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
γQ,i Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables
ψ0,i Coeficiente de simultaneidad de las acciones variables

A partir de la ecuación anterior, de los coeficientes de seguridad (1.35 para cargas permanentes y 1.35 para cargas variables) y de simultaneidad indicados en las tablas 5 y 6 y

de los valores de las cargas determinadas en el apartado 2 encontramos el resultado de la combinación de acciones para los siguientes casos:

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación [1]	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
		desestabilizadora	estabilizadora
Estabilidad	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

[1] Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Figura B.14: Coeficientes parciales de seguridad

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas(Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		[1]	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

[1] En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Figura B.15: Coeficientes de simultaneidad

B.3.1. Combinación de acciones – Forjados de cubierta

Se tiene que:

G (kN/m2)	Q (kN/m2)	γG	γ Q	ψ
Cubierta=3.85 Forjado=1.87 Maq. Clima=2	Nieve=0.4 Uso=1	1.35	1.5	Nieve=0.5 Uso=0.7

Tabla B.3: Combinación de acciones - forjado cubierta.

Teniendo en cuenta las cargas, los coeficientes indicados y considerando la sobrecarga de uso como variable principal, la carga resultante en los forjados (1), (2) y (3) es de **12.12kN/m2**.

B.3.2. Combinación de acciones – Forjados de planta

Teniendo en cuenta las cargas y los coeficientes indicados, la carga resultante en los forjados (4) y (5) es de **9.45kN/m2**.

G (kN/m2)	Q (kN/m2)	γG	γ Q	ψ
Forjado=1.87 Tabiquería=1 Pavimento=0.8	Nieve=0.4 Uso=1	1.35	1.5	Uso=0.7

Tabla B.4: Combinación de acciones - forjado planta.

B.4. Dimensionamiento

A continuación se detalla el procedimiento para el dimensionamiento de los forjados, correas, vigas y pilares de la estructura.

B.4.1. Dimensionamiento de los forjados

Tanto para los forjados de las cubiertas como para los forjados de planta, se ha utilizado un forjado mixto de chapa grecada. El procedimiento seguido para su dimensionamiento se ha hecho mediante un Software del fabricante Hainsa y se pude ver en el Apéndice C.*Forjados*..

En ambos casos de forjados, se han considerado las cargas correspondientes y a partir de los resultados obtenidos con el software de Hainsa se ha definido que el forjado mixto a utilizar en los forjados de cubierta y de planta sea un forjado con de 10cm de canto, con una chapa de 1.2cm de espesor.

B.4.2. Dimensionamiento de las correas (eje X)

Para dimensionar las correas es necesario tener en cuenta su disposición (ver figura XX), la carga que representa el forjado que apoya sobre ellas y la luz que cubren.
Así debido a la diferencia entre la carga que representan los forjados de cubierta y los de planta, se dimensionaran las correas de manera independiente para cada unos de estos forjados.

B.4.2.1. Dimensionamiento correas para cubierta

De la carga que representa el forjado de la cubierta (12.12kN/m2) y la luz que cubren las correas según su disposición (2.5m), encontramos la carga que actuará sobre ellas. Esto es una carga:

$$q = 2{,}5m * 12{,}12KN/m^2 = 30{,}3kN/m \tag{B.2}$$

A partir de la carga q aplicada sobre las correas podemos definir el momento resultante, que a su vez nos permitirá definir qué tipo de perfil utilizar.
Teniendo en cuenta que las correas van de viga a viga, calculamos el momento flector al que son sometidas como si de una viga biapoyada se tratase:

$$M_d = ql^2/8 = 30{,}3 * 9^2/8 = 306{,}8kNm \tag{B.3}$$

Teniendo en cuenta que el valor del cálculo del momento flector (Md) debe ser menor o igual, para cualquier sección transversal, a la resistencia de cálculo de la sección sometida a flexión; y considerando que la resistencia de las secciones frente el momento flector viene determinada por la resistencia de cálculo (fd) y el módulo resistente (W) de la sección estudiada, se dan las siguientes condiciones:

$$M_d \leq M_r; M_r = W f_d \tag{B.4}$$

Así, a partir del momento flector al que se someten las correas y de las ecuaciones anteriores podemos determinar el modulo resistente que deben tener estas para ser válidas para nuestra estructura. Esto es,

$$W \geq M_d/f_d \tag{B.5}$$

Con los valores encontrados y el prontuario de perfiles HEA encontramos cual es el perfil válido para nuestra estructura:

$$W = (1{,}5 * 306{,}8 * 106)/(275/1{,}05) = 1757{,}2 * 10^3 mm^3 \tag{B.6}$$

por tanto se coge Prontuario: **HEA 360**

No obstante, debemos comprobar que el cortante máximo que pueda absorber el perfil elegido es superior al cortante al que estarán sometidas el alma de las correas.

$$V_{max} \geq V_d \tag{B.7}$$

$$V_{max} = A_v * f_{yd}/\sqrt{3} \tag{B.8}$$

De la carga que actua sobre ellas y la luz que cubren obtenemos:

$$V_d = ql/2 = 30{,}3 * 9/2 = 136{,}35kN \tag{B.9}$$

Y de los datos característicos del perfil elegido para actuar como correa:

$$V_{max} = A_v f_{yd}/\sqrt{3} = 142{,}8 * 10^2 mm^2 * 275/1{,}05/\sqrt{3} = 2159{,}3kN \tag{B.10}$$

A partir de los resultados obtenidos podemos concluir, que al cumplirse la condición de cortante, el perfil HEA 360 es válido para las correas en lo respecta al esfuerzo cortante al que estas serán sometidas.

No obstante, es necesario también comprobar que el perfil que se ha elegido cumple lo expuesto en el punto 4.3.3.1. del CTE DB SE relativos a los límites de deformación de la estructura, según el cual:*"Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si,. . . . . , la flecha relativa es menor que:"* el valor de la flecha admisible, que en nuestro caso corresponde a:

$$f_{adm} = L/400 \tag{B.11}$$

Encontramos la flecha máxima dada en el perfil a partir de la carga que actúa sobre este sin mayorar, la luz que cubre y las propiedades del perfil elegido.

$$f_{max} = 5qL^4/384EI \tag{B.12}$$

Para las correas, utilizaremos la carga correspondiente a los forjados que apoyan sobre ellas. Así, habría que comprobar que las restricciones de la flecha se cumplen para la carga correspondiente a los forjados de cubierta.

- Forjado cubierta (1)(2)(3)

$$q_{forjado(1)(2)(3)} = (7{,}72KN/m^2 + 1{,}4KN/m^2) * 2{,}5m = 22{,}8KN/m \tag{B.13}$$

$$f_{max} = 5 * 22{,}8 * 9^4/384 * 210000 * 331 * 10^6 = 28{,}03mm \tag{B.14}$$

$$f_{adm} = L/400 = 9000/400 = 22{,}5mm \tag{B.15}$$

En este caso, la condición de la flecha no se cumple para el perfil HEA 360 de modo que buscamos otro perfil para el cual esta condición sí se cumpla.

Comprobamos para el perfil HEA 400:

$$f_{max} = 5 * 22{,}8 * 9^4/384 * 210000 * 450{,}7 * 10^6 = 20{,}6mm \tag{B.16}$$

$$f_{adm} = L/400 = 22{,}5mm \tag{B.17}$$

La condición de la flecha se cumple para el perfil **HEA 400**. Por tanto lo consideramos válido.

B.4.2.2. Dimensionamiento correas para planta

De la carga que representa el forjado de planta (9.45kN/m2) y la luz que cubren las correas según su disposición (2.5m), encontramos la carga que actuará sobre ellas. Esto es una carga:

$$q = 9{,}45kN/m^2 * 2{,}5m = 23{,}63kN/m \tag{B.18}$$

A partir de la carga q aplicada sobre las correas podemos definir el momento resultante, que a su vez nos permitirá definir qué tipo de perfil utilizar.
Teniendo en cuenta que las correas van de viga a viga, calculamos el momento flector al que son sometidas como si de una viga biapoyada se tratase:

$$Md = ql^2/8 = 23{,}63 * 9^2/8 = 239{,}2kNm \tag{B.19}$$

Teniendo en cuenta que el valor del cálculo del momento flector (Md) debe ser menor o igual, para cualquier sección transversal, a la resistencia de cálculo de la sección sometida a flexión; y considerando que la resistencia de las secciones frente el momento flector viene determinada por la resistencia de cálculo (fd) y el módulo resistente (W) de la sección estudiada, se dan las siguientes condiciones:

$$M_d \leq M_r \tag{B.20}$$

$$M_r = W f_d \tag{B.21}$$

Así, a partir del momento flector al que se someten las correas y de las ecuaciones anteriores podemos determinar el modulo resistente que deben tener estas para ser válidas para nuestra estructura. Esto es,

$$W \geq M_d/f_d \tag{B.22}$$

Con los valores encontrados y el prontuario de perfiles IPE encontramos cual es el perfil válido para nuestra estructura:

$$W = (1{,}5 * 239{,}2 * 10^6)/(275/1{,}05) = 1370 * 10^3 mm^3 \tag{B.23}$$

Con lo que se coge: Prontuario: **IPE 450**

No obstante, debemos comprobar que el cortante máximo que pueda absorber el perfil elegido es superior al cortante al que estarán sometidas el alma de las correas.

$$V_{max} \geq V_d \tag{B.24}$$

$$V_{max} = A_v * f_{yd}/\sqrt{3} \tag{B.25}$$

De la carga que actua sobre ellas y la luz que cubren obtenemos:

$$Vd = ql/2 = 23{,}63 * 9/2 = 106{,}34kN \tag{B.26}$$

Y de los datos característicos del perfil elegido para actuar como correa:

$$V_{max} = A_d v * f_{yd}/\sqrt{3} = 98{,}8 * 10^2 mm^2 * 275/1{,}05/\sqrt{3} = 1493{,}9kN \tag{B.27}$$

A partir de los resultados obtenidos podemos concluir, que al cumplirse la condición de cortante, el perfil IPE 450 es válido para las correas en lo respecta al esfuerzo cortante al que estas serán sometidas.
Así mismo, es necesario también comprobar que el perfil que se ha elegido cumple lo expuesto en el punto 4.3.3.1. del CTE DB SE relativos a los límites de deformación de la estructura, según el cual: *"Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si,. . . . . , la flecha relativa es menor que:"* el valor de la flecha admisible, que en nuestro caso corresponde a:

$$f_{adm} = L/400 \tag{B.28}$$

Encontramos la flecha máxima dada en el perfil a partir de la carga que actúa sobre este sin mayorar, la luz que cubre y las propiedades del perfil elegido.

$$f_{max} = 5qL^4/384EI \tag{B.29}$$

Para las correas, utilizaremos la carga correspondiente a los forjados que apoyan sobre ellas. Así, habría que comprobar que las restricciones de la flecha se cumplen para la carga correspondiente a los forjados de planta.

– Forjado planta (4)(5)

$$q_{forjado(4)(5)} = (3{,}67kN/m^2 + 3kN/m^2)x2{,}5m = 16{,}68kN/m \tag{B.30}$$

$$f_{max} = 5 * 16{,}68 * 9000^4/384 * 210000 * 337 * 10^6 = 20{,}13mm \tag{B.31}$$

$$f_{adm} = L/400 = 9000/400 = 22{,}5mm \tag{B.32}$$

La condición de la flecha se cumple para el perfil **IPE 450**, de modo que lo consideramos válido.

B.4.3. Dimensionamiento de las vigas (eje Y)

Para el dimensionamiento de las vigas es necesario tener en cuenta su disposición, la carga que representa el forjado que apoya sobre ellas y la luz que cubren. No obstante, debido a la diferencia entre la carga que representan los forjados de cubierta y los de planta, se dimensionaran las correas de manera independiente para cada unos de estos forjados.
En este caso, para el dimensionamiento de las vigas nos ayudaremos del programa de cálculo FTOOL, que nos permitirá confirmar que los perfiles elegidos realmente cumplen las condiciones necesarias para garantizar la seguridad estructural de nuestro edificio.
En ambos casos, a diferencia del caso de las correas, el punto de partida será la condición de la flecha que deben cumplir los perfiles elegidos al ser sometidos a las cargas correspondientes. Partir del factor limitador de la flecha nos permite definir con mayor facilidad, tal como se ve en el dimensionamiento de las correas de cubierta, el perfil que realmente cumple las condiciones requeridas para soportar los esfuerzos a los que estos son sometidos.

B.4.3.1. Dimensionamiento de las vigas de cubierta

Para dimensionar las vigas de cubierta es necesario tener en cuenta la carga que representa el forjado que apoya sobre ellas (12.12kN/m2) y la luz que cubren. Al ser las luces entre los pilares distintas (ver figuras B.1 y B.2), se tomará para el cálculo de flecha la luz que más penalice, es decir, la mayor (9.76m).

Así, con los datos anteriores y la condición de flecha podemos determinar el momento de inercia que deberá tener el perfil.

$$f_{adm} = L/400 f_{max} = 5qL^4/384EI \tag{B.33}$$

$$f_{max} < f_{adm} \tag{B.34}$$

$$I > 2000qL^3/384E > 2728,2 * 10^6 mm4 \tag{B.35}$$

Con lo que se elige **prontuario: HEB alveolar 600**

A partir de las características del perfil (considerando que se trata de perfiles de acero S355) obtenido buscaremos el momento correspondiente y compararemos si este cumple

la condición respecto al valor del momento más limitador encontrado con FTOOL.

$$M_r = W f_d \tag{B.36}$$

$$M_r = 7775 * 10^3 * 355/1{,}05 = 2628{,}7kNm \tag{B.37}$$

Comparamos con el momento más limitador encontrado con FTOOL para las vigas de cubierta: Md = 1324,1kNm.

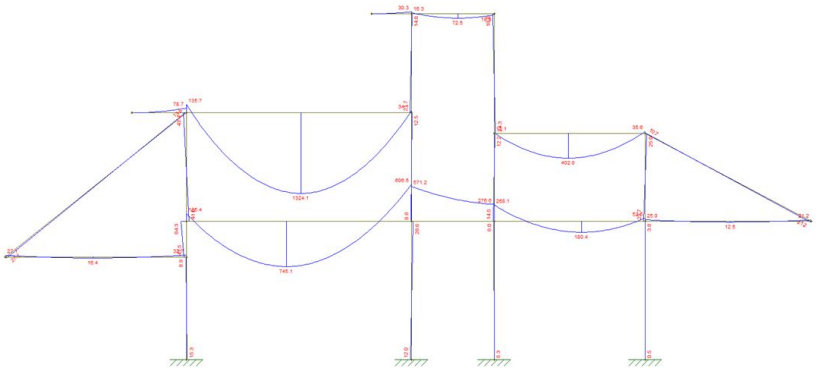


Figura B.16: Diagrama de momentos

Ya que se cumple la condición Md Mr , consideramos el perfil HEB alveolar 600 válido. No obstante, debemos comprobar que el cortante máximo que pueda absorber el perfil elegido es superior al cortante al que estarán sometidas el alma de las vigas.

$$V_{max} \geq V_d \tag{B.38}$$

$$V_{max} = A_y f_{yd} / \sqrt{3} \tag{B.39}$$

De las características del perfil obtenemos el cortante máximo que este podrá soportar:

$$V_{max} = 11600 * (335/1{,}05/\sqrt{3}) = 2136{,}75KN \tag{B.40}$$

Comparamos con el cortante más limitador encontrado con FTOOL para las vigas de cubierta: Vd = 587.7kN

A partir de los resultados obtenidos podemos concluir, que al cumplirse la condición de cortante, y dadas las anteriores comprobaciones de momento y flecha, el perfil HEB alveolar 600 es válido para las vigas de cubierta.

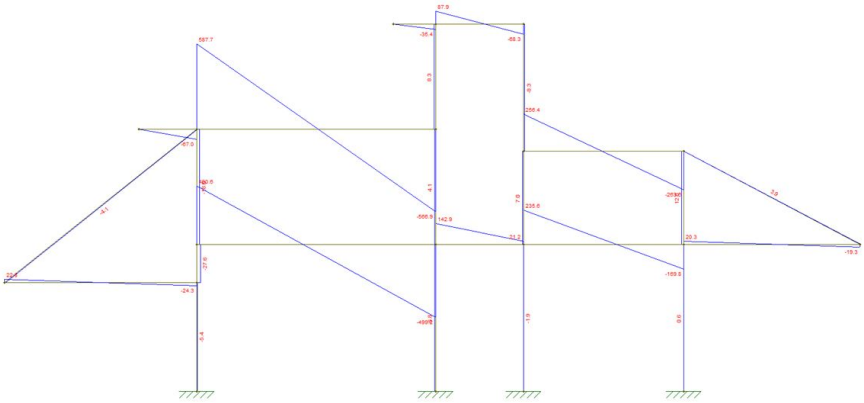


Figura B.17: Diagrama de cortantes

B.4.3.2. Dimensionamiento de las vigas de planta

Para dimensionar las vigas de planta es necesario tener en cuenta la carga que representa el forjado que apoya sobre ellas (9.45kN/m2) y la luz que cubren. Al ser las luces entre los pilares distintas (ver figuras 1 y 2), se tomará para el cálculo de flecha la luz que más penalice, es decir, la mayor (9.76m).
Así, con los datos anteriores y la condición de flecha podemos determinar el momento de inercia que deberá tener el perfil.

$$f_{adm} = L/400; f_{max} = 5qL^4/384EI \tag{B.41}$$

$$f_{max} < f_{adm}; \tag{B.42}$$

$$I > 2000qL^3/384E = 2109 * 10^6 mm^4 \tag{B.43}$$

Con lo que se elige prontuario: **HEB alveolar 500**

A partir de las características del perfil (considerando que se trata de perfiles de acero S355) obtenido buscaremos el momento correspondiente y compararemos si este cumple la condición respecto al valor del momento más limitador encontrado con FTOOL.

$$M_r = Wf_d; \tag{B.44}$$

$$M_r = 6122 * 10^3 * 355/1{,}05 = 2069kNm \tag{B.45}$$

Comparamos con el momento más limitador encontrado con FTOOL para las vigas de cubierta (ver Figura B.10): Md = 715.7kNm.
Ya que se cumple la condición Md Mr , consideramos el perfil HEB alveolar 500 valido.
No obstante, debemos comprobar que el cortante máximo que pueda absorber el perfil elegido es superior al cortante al que estarán sometidas el alma de las vigas.

$$V_{max} \geq V_d \tag{B.46}$$

$$V_{max} = A_y f_{yd} / \sqrt{3} \tag{B.47}$$

De las características del perfil obtenemos el cortante máximo que este podrá soportar:

$$V_{max} = 10200 * (335/1{,}05/\sqrt{3}) = 1878{,}86KN \tag{B.48}$$

Comparamos con el cortante más limitador encontrado con FTOOL para las vigas de cubierta (ver Figura B.16): Vd = 497.1kN.
A partir de los resultados obtenidos podemos concluir, que al cumplirse la condición de cortante, y dadas las anteriores comprobaciones de momento y flecha, el perfil HEB alveolar 500 es válido para las vigas de planta.

B.4.4. Dimensionamiento de los pilares

Para dimensionar todos los pilares de la estructura, se dimensionan únicamente los pertenecientes a un mismo pórtico y a partir de lo obtenido se dimensionaran el resto.
Al tratarse de un elemento vertical los pilares están sometidos a esfuerzos axiles. A partir de estos esfuerzos y de la condición de esfuerzos axiles según la cual el esfuerzo que pueda soportar el perfil utilizado debe ser mayor o igual al que está sometido, encontraremos cual es el perfil que permite garantizar la estabilidad estructural de nuestro edificio.
Para encontrar los perfiles adecuados tratamos por separado los pilares de la planta baja y los de la planta superior. No obstante, en ambos casos el punto de partida será la condición mencionada anteriormente y los esfuerzos encontrados mediante FTOOL.

B.4.4.1. Dimensionamiento de los pilares de planta superior

Para el cálculo de los perfiles a utilizar en los pilares de la planta superior, partimos del esfuerzo axil máximo al que FTOOL nos indica que son sometidos.

Como vemos en la Figura B.18, esto es Nd = 690.2kN.

A partir de este valor y de la condición de esfuerzos axiles encontramos el perfil a utilizar:

$$N_d \leq N_r \tag{B.49}$$

$$N_r = A f_d \tag{B.50}$$

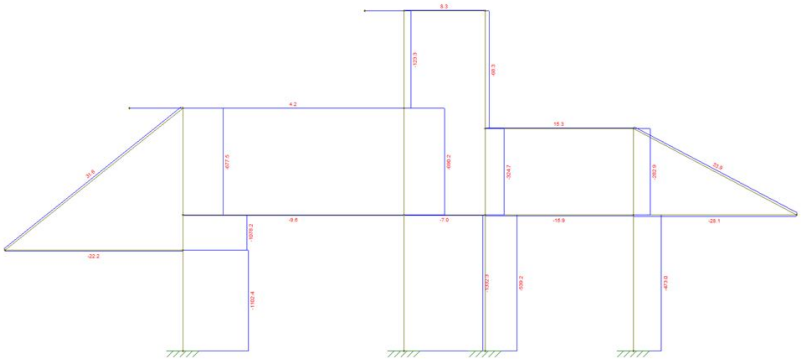


Figura B.18: Diagrama axiles

$$A \geq N_d / f_d \tag{B.51}$$

$$A \geq 690{,}2/(275/1{,}05) = 23{,}35cm^2 \tag{B.52}$$

Y por tanto prontuario: **IPE 200**

Comprobamos si el esfuerzo axil asumible por este perfil cumple la condición.

$$N_d \leq N_r \tag{B.53}$$

$$N_r = 28{,}5 * 10^2 * (275/1{,}05) = 746{,}4KN > 690{,}2{,}2KN \tag{B.54}$$

Dado que se cumple la condición, consideramos el perfil IPE 200 válido para los pilares de la planta superior.

B.4.4.2. Dimensionamiento de los pilares de planta baja

Para el cálculo de los perfiles a utilizar en los pilares de la planta baja, partimos del esfuerzo axil máximo al que FTOOL nos indica que son sometidos.
Como vemos en la Figura 12, esto es Nd = 1332.2kN.

A partir de este valor y de la condición de esfuerzos axiles encontramos el perfil a utilizar:

$$N_r = A f_d \tag{B.55}$$

$$N_d \leq N_r \tag{B.56}$$

$$A \geq N_d / f_d \tag{B.57}$$

$$A \geq 1332{,}2/(275/1{,}05) = 50{,}87cm^2 \tag{B.58}$$

Y por tanto prontuario: **IPE 300**

Comprobamos si el esfuerzo axil asumible por este perfil cumple la condición.

$$N_d \leq N_r \tag{B.59}$$

$$N_r = 53{,}8 * 10^2 * (275/1{,}05) = 1409KN > 1295{,}2KN \tag{B.60}$$

Dado que se cumple la condición, consideramos el perfil IPE 300 válido para los pilares de la planta baja.

B.4.5. Resumen

A modo de resumen, los perfiles a utilizar se indican en la B.5

Elemento	**Perfil**
Forjado	Forjado mixto 10cm (chapa e=1.2mm)
Correas cubierta	HEA 400 (S275)
Correas planta	IPE 450 (S275)
Vigas cubierta	HEB 600 aligerada (S355)
Vigas planta	HEB 500 aligerada (S355)
Pilares planta superior	IPE 200 (S275)
Pilares planta baja	IPE 300 (S275)
Voladizos	Perfil cuadrado d=20mm
Tirantes	Perfil hueco redondo 40.3 (Ø40)

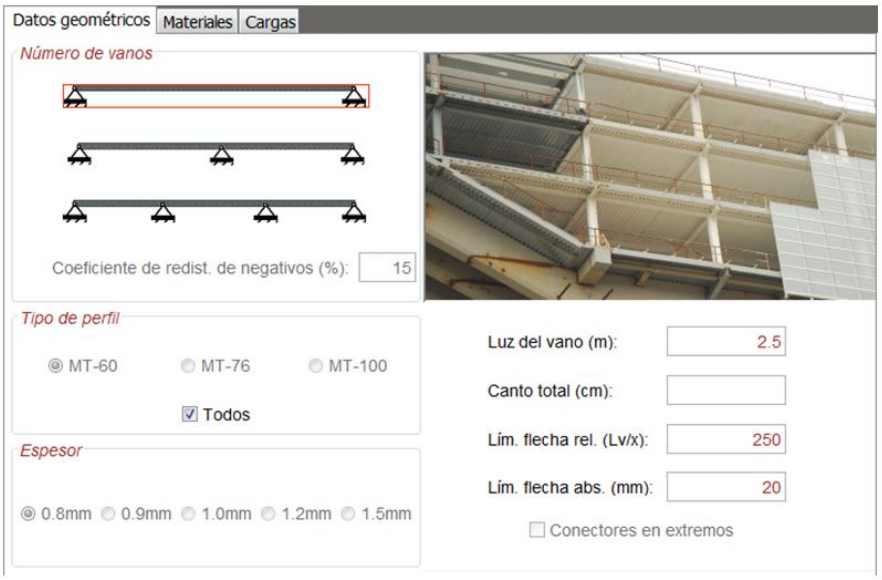
Tabla B.5: Perfiles.

APÉNDICE C. DEFINICIÓN FORJADO

Ús de l'espai inferior	Màxima alçada d'evacuació de l'edifici			
	Soterrani	<15m	<28m	>28m
habitatge unifamiliar	R-30	R-30	--	--
habitatge, residència	R-120	R-60	R-90	R120
docent i administratiu	"	"	"	"
pública concurrència	R-120	R-90	R120	R180
comercial i hospitalari	"	"	"	"
aparcament (sota ús diferent)	R-120	R120	R-120	R-120
aparcament (edifici exclusiu o situat sobre un altre ús)	R-90	R-90	R-90	R-90

Figura C.1: Valores de resistencia al fuego en función del espacio estudiado

C.1. Forjados (1)(2)(3)



ESPESOR	MT-60	MT-76	MT-100
0.8	12.00 (0.09)	12.00 (0.09)	14.00 (0.07)
0.9	11.00 (0.08)	12.00 (0.09)	14.00 (0.07)
1.0	11.00 (0.08)	12.00 (0.09)	14.00 (0.07)
1.2	10.00 (0.07)	12.00 (0.09)	14.00 (0.07)
1.5	10.00 (0.07)	12.00 (0.09)	14.00 (0.07)

PESO PROPIO DEL PERFIL + HORMIGÓN (Kg/m²)

CANTO DE LA LOSA (cm)		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
CONSUMO DE HORMIGÓN DEL FORJADO (dm³/m²)		67	77	87	97	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197	207	217
ESPESOR CHAPA (mm)	0.8	183	208	233	258	283	308	333	358	383	408	433	458	483	508	533	558
	1.0	185	210	235	260	285	310	335	360	385	410	435	460	485	510	535	560
	1.2	187	212	237	262	287	312	337	362	387	412	437	462	487	512	537	562

187kg/m2 = 1.87kN/m2

En estas imagenes se ve el procedimiento para obtener el peso propio del forjado.

APÉNDICE D. AISLAMIENTO Y REFRIGERACIÓN

En este anejo se explicán los diferentes métodos empleados para el cálculo de las magnitudes necesarias en el punto de aislamiento y refrigeración.

Toda la información ha sido obtenida del CTE.

D.1. Comprobación de cubiertas y fachadas

D.1.1. Cálculo de transmitancias

Lo primero que se calcula es la transmitancia del material (en el caso en que la ficha técnica del material no la especifique), que es el inverso de la Resistencia térmica total del conjunto.

$$U = 1/R_T \tag{D.1}$$

Para calcular la Resistencia térmica total se hará una suma de la resistencia térmica de cada material. Ésta se calcula en función de L (espesor del material) i λ (coeficiente de conductividad térmica de cada material) de la siguiente manera:

$$R = L/\lambda \tag{D.2}$$

También se le tiene que sumar al total el valor de Rse y Rsi , que son las resistencias superficiales del exterior e interior. Estos valores se obtienen del propio CTE.
En la tabla D.1 podemos apreciar los diversos valores que se toman en función del caso.

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60º y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60º y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

Figura D.1: Valor de las resistencias superficiales exterior e interior flujo ascendente

Con todo tenemos que:

$$R_{tot} = R_{se} + R_{si} + L_0/\lambda_0 + ... + L_n/\lambda_n \tag{D.3}$$

Los distintos valores de λ se obtienen del CTE.

Una vez se tiene el valor de la Resistencia Total se calcula por último el valor de la transmitancia Utot usando la siguiente fórmula que calcula el inverso de la Resistencia Total:

$$U_{tot} = 1/R_{tot} \tag{D.4}$$

D.1.2. Calculo de condensaciones superficiales o intersticiales

Para calcular la posible formación de condensaciones superficiales o intersticiales (entre capas) se calcula la Resistencia Total al Paso de Vapor, en función de L (espesor) y rv (resistividad al vapor de cada material).

Se tiene que:

$$R_v = r_{v0}L0 + ... + r_{vn}Ln \tag{D.5}$$

Para encontrar el valor de las resistencias térmicas de cada material se busca el valor en el CTE.

Algunos valores no se encuentra el valor, pero si se ha encontrado el valor de μ, que es la resistencia al paso de vapor. Este es un valor adimensional que relaciona la resistividad al vapor del aire con la resistividad al vapor de cada material.
Teniendo el valor de μ y de la resistividad al vapor del aire podemos calcular los otros valores de rv que no tenemos usando la fórmula que sigue:

$$\mu = r_{vapor_aire}/r_{material} \tag{D.6}$$

con

$$r_{vapor_aire} = 0{,}18mg/MNs \tag{D.7}$$

Una vez que se obtiene el valor de la resistencia al paso de vapor Rv, se calcula la temperatura entre capas de la parte estudiada con la fórmula que sigue:

$$\triangle T_K = \triangle T_{tot} R_k / R_{tot} \tag{D.8}$$

Donde:

- $\triangle$ Ttot es la diferencia total entre la temperatura interior y exterior;

- Rtot es el valor obtenido al principio de resistencia térmica total;

- Rk es la resistencia térmica de la capa estudiada.

Sumando este valor a las temperaturas de las capas anteriores podemos tener el valor de todas las capas interiores.

Para realizar el estudio de la posible producción de condensaciones lo siguiente que se necesita saber es el valor de las presiones Reales y de Saturación de cada capa.

Para el cálculo de las presiones de saturación en el interior se usa un ábaco psicrométrico como el de la figura D.3, en el cual se tienen relacionados los valores de las temperaturas con las presiones de Saturación. Fijándonos pues en los valores de las temperaturas entre capa obtenemos los valores de Presiones de Saturación para estas capas.

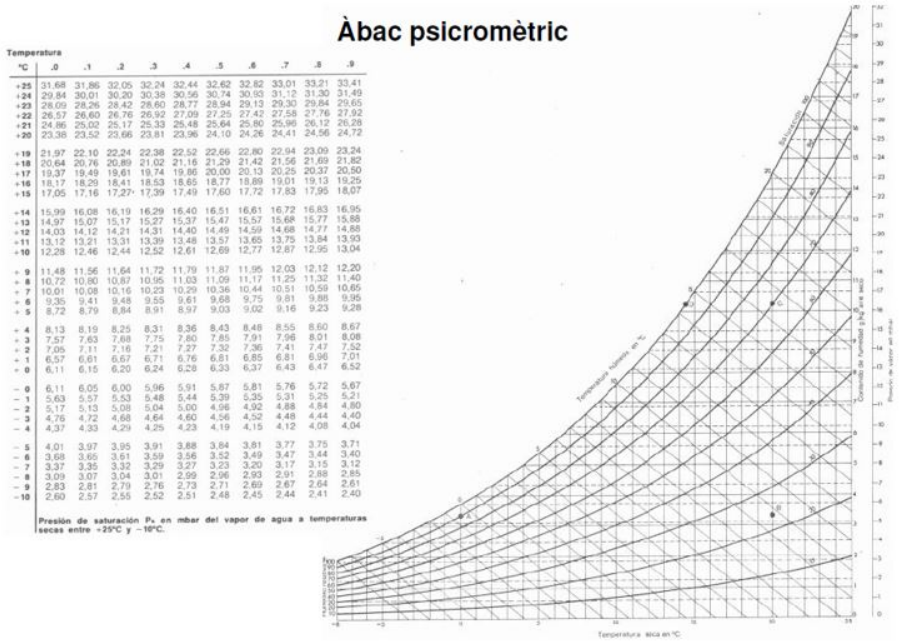


Figura D.2: Ábaco psicrométrico

Así, para la Temperatura media de nuestra zona en el exterior (15.3 ^{o}C) vemos que le corresponden 14.77 hPa. De la misma forma se encuentran todos los otros valores de Presiones de Saturación.

Una vez obtenidos estos valores se pasa al cálculo de las Presiones Reales en las capas. Buscamos mediante el porcentaje de humedad y el valor de la Presión de Saturación el valor de la presión en el interior y en el exterior.

$$P_{interior} = H_i Psat_{int} = 0{,}55 * 26{,}57 = 14{,}61 hPa \tag{D.9}$$

$$P_{exterior} = H_e Psat_{ext} = 0{,}72 * 14{,}61 = 12{,}52 hPa \tag{D.10}$$

Una vez obtenidos estos dos valores pasamos a usar la siguiente fórmula que relaciona la diferencia total de presiones exterior-interior, con la diferencia de presiones entre capas ΔPk:

$$\Delta Pk = \Delta Ptot Rv_k / Rv_{tot} \tag{D.11}$$

Donde:
- $\Delta Ptot$ és la diferència total entre la presión interior y exterior;
- Rvtot es el valor obtenido al principio de resistencia al paso del vapor total;
- Rvk és la resistencia al paso del vapor de la capa estudiada.

En este caso consideramos que la pared en contacto con el exterior/interior está a la misma presión que el exterior/interior.

Finalmente aplicando esa fórmula capa a capa, se calculan todos los valores de Presión real (P) y se plasman los valores de la Presión Real vs. la Presión de Saturación.

Se puede asegurar que no se formaran condensaciones siempre y cuando que la Presión de Saturación es mayor que la Presión Real en todo momento.

D.2. Comprobación del suelo

En este caso solo hay un solo suelo en contacto con el terreno por lo que será más sencillo que en los casos anteriores.

D.2.1. Procedimiento

Siguiendo el código técnico, se puede apreciar que se distinguen dos clases de caso:

2.1.2.1 Suelos en contacto con el terreno

Para el cálculo de la transmitancia U_S ($W/m^2 \cdot K$) se consideran en este apartado:

CASO 1 soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de éste;

CASO 2 soleras o losas a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.

Figura D.3: Normativa CTE soleras

Este proyecto se encuentra en el caso de una solera apoyada sobre el nivel del terreno y por tanto, se tendrá que seguir el CASO 1.

En este caso, el CTE dice que la Us se obtendrá de la tabla de la figura D.5 en función de:

1) El ancho D de la banda de aislamiento perimétrico, usando la referencia de la figura D.4.

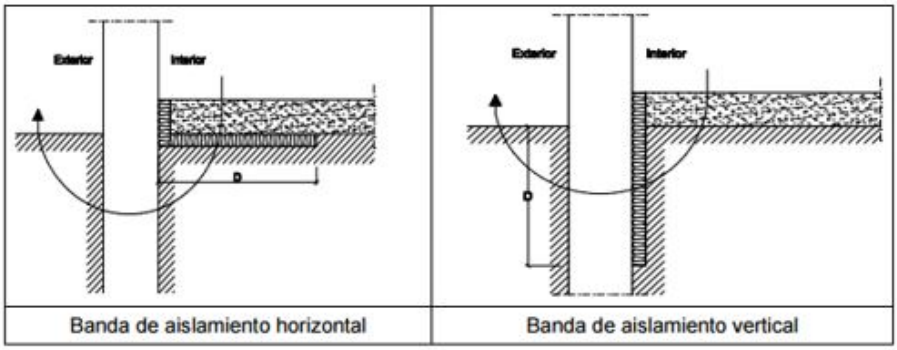


Figura D.4: Soleras con aislamiento perimetral

Teniendo en cuenta que para soleres o losas con aislamiento continuo en toda su superfície se tomarà D$\geq$1.5.

2) El valor de la resistencia térmica del aislante Ra; tomando como Ra=0 para losas sin aislamiento térmico.

3) La longitud característica de la solera, B', calculada como:

$$B' = A/(0{,}5P) \tag{D.12}$$

Donde:
– A es el área de la solera en m2.
– P es la longitud del perímetro de la solera en m.

		D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
	R_a	R_a (m²·K/ W)					R_a (m²·K/ W)					R_a (m²·K/ W)				
B'	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
2	1,56	1,17	1,04	0,97	0,92	0,89	1,08	0,89	0,79	0,72	0,67	1,04	0,83	0,70	0,61	0,55
3	1,20	0,94	0,85	0,80	0,78	0,76	0,88	0,76	0,69	0,64	0,61	0,85	0,71	0,63	0,57	0,53
4	0,99	0,79	0,73	0,69	0,67	0,65	0,75	0,65	0,60	0,57	0,54	0,73	0,62	0,56	0,51	0,48
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Figura D.5: Transmitancia térmica Us en W/m2K

D.3. Climatización

El cálculo de la carga térmica de una instalación de climatización consiste en determinar las aportaciones de calor que deben extraerse a fin de obtener la temperatura y humedad de proyecto en el local a climatizar.
Para conocer la potencia máxima conjunta, con la que se seleccionan los equipos de producción de frío y calor, se deberán hacer unos cálculos para el peor caso posible, en este caso un día de verano.

Para el sistema de ventilación se usa un sistema que mezcla aire del exterior (que se tendrá que refrigerar pero no estará cargado) con aire procedente del local (a temperatura adecuada); este método es el más adecuado porque reúne las ventajas de los dos sistemas combinados.

El calor aportado puede ser sensible o latente:
- El calor sensible se manifiesta por variaciones de la temperatura seca del ambiente al que se aplica.
- El calor latente se manifiesta por variaciones del contenido de humedad (vapor de agua) en el ambiente.

Según el RITE , dentro de cada uno de ellos, podemos diferenciar varios tipos en función de quién los origina, y por tanto tal y como se explica a continuación se tienen que calcular por separado (todos ellos calculados en $[W]$..

D.3.1. A. Carga sensible

D.3.1.1. A1. Calor debido a la radiación solar a través de las superficies acristaladas (ventanas, claraboyas o lucernarios).

Se engloba la energía que llega al local procedente de la radiación solar que atraviesa elementos transparentes a la radiación (cristales de ventanas, claraboyas, etc.).

Para calcularla hay que saber la orientación del elemento transparente y elegir una hora solar de cálculo (generalmente entre las 12 y las 16 hora solar) y un día determinado (generalmente es el 23 de julio o el 24 de agosto), que se usará para todo el computo.
Usando la tabla siguiente (imagen D.6)se obtiene la radiación solar unitaria, R, en W/m^2.

Si se utilizan vidrios especiales o persianas, hay que aplicar los factores de corrección de las tablas siguientes (imagen D.7), respectivamente.

Fecha	Orientación	Hora solar				
		12	13	14	15	16
	N	44	44	44	41	34
	NE	44	44	44	41	34
	E	44	44	44	41	34
	SE	208	78	44	41	34
24 de agosto	S	321	306	280	161	76
	SO	208	337	438	461	435
	O	44	142	317	457	511
	NO	44	44	50	144	258
	Horizontal	675	647	583	472	315

Figura D.6: Radiación solar R, en W/m^2, a través de vidrio ordinario, para 1m^2

TABLA 5. Corrección según el tipo de vidrio

Tipo de vidrio		Factor
Vidrio ordinario simple		1
Vidrio de 6 mm		0,94
Vidrio absorbente % de absorción	40-48	0,80
	48-56	0,73
	56-70	0,62
Vidrio doble ordinario		0,90
Vidrio triple		0,83
Vidrio de color		
Ámbar		0,70
Rojo oscuro		0,56
Azul oscuro		0,60
Verde oscuro		0,32
Verde grisáceo		0,46
Opalescente claro		0,43
Opalescente oscuro		0,37

TABLA 6. FACTORES DE ATENUACIÓN

			Factor con persiana			
			Persiana veneciana interior			Persiana veneciana exterior
			Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro
Vidrio ordinario			0,56	0,65	0,75	0,15
Vidrio a 6 mm			0,56	0,65	0,74	0,14
Vidrio absorbente	Porcentajes de absorción	40-48%	0,56	0,62	0,72	0,12
		48-56%	0,53	0,59	0,62	0,11
		56-70%	0,51	0,54	0,56	0,10
Vidrio doble			0,54	0,61	0,67	0,14
Vidrio triple			0,48	0,39	0,64	0,12

Figura D.7: Factores de corrección

La fórmula para calcular esta carga es la que sigue:

$$Q_{s1} = SRF \tag{D.13}$$

Donde:

S = superficie en metros cuadrados del hueco de la ventana
R = radiación solar unitaria.
f = producto de todos los factores de corrección a que hubiera lugar.

En nuestro caso se usa de día de cálculo el 24 de agosto a las 15h y se supone una $TemperaturaInterior$ de 24^oC y una $TemperaturaExteriorde31^oC$.
Las orientaciones de las paredes de la Terminal son las que siguen:
– fachada lateral: NE lo que corresponde a un valor de 41 W/m^2
– lado tierra: NO lo que corresponde a un valor de 144 W/m^2
– lado aire: SE lo que corresponde a un valor de 41 W/m^2
Las dos únicas que se tendrán en cuenta serán las de lado aire y lado tierra ya que son las únicas con elementos translúcidos.
Sabiendo los valores de las superficies se calcula tal y como se ve en el *.pdf* adjunto en

el siguiente apartado.

D.3.1.2. A2. Calor debido a la radiación y transmisión a través de paredes y techo.

La transmisión de calor a través de las estructuras exteriores de los edificios (muros y techos) es debida por un lado a la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior y por otro por la radiación solar absorbida por los paramentos exteriores.
Las variaciones cíclicas de la radiación y de las temperaturas exteriores y la complejidad de los fenómenos que intervienen en la transmisión de calor han obligado a adoptar las llamadas ”Diferencia de Temperaturas Equivalentes” que es un salto térmico ficticio, entre el interior y el exterior, que permite calcular la carga térmica con la expresión clásica de transmisión de calor:

$$Q_{s2} = KSTeq \tag{D.14}$$

Dónde:
– K es el coeficiente de transmisión de la pared o techo, calculado como se indica en el anexo II de la norma del CTE
– S es la superficie de la pared (si hay una puerta se incluye la puerta)
– ΔTeq es la diferencia equivalente de temperatura. Se trata de un salto térmico corregido para tener en cuenta el efecto de la radiación.

Para saber la ΔTeq del techo, se emplea la tabla D.8. Se necesita saber:
– Si el techo es soleado o en sombra.
– El producto de la densidad por el espesor (DE) del muro.
– La hora solar de proyecto.

Diferencia de temperaturas equivalente ΔTeq de paredes						
Orientación de la pared	DE kg/m²	Hora solar				
		12	13	14	15	16
NE	100	7,4	6,9	6,4	6,9	7,4
	300	10,8	8,1	5,3	5,8	6,4
	500	8,5	8,1	7,4	6,4	5,3
	700	3	5,3	7,4	8,5	7,4
E	100	17,4	10,8	6,4	6,9	7,4
	300	16,9	10,2	7,4	6,9	6,4
	500	13,1	13,6	13,1	10,8	9,7
	700	5,3	8,1	9,7	10,2	9,7
SE	100	15,2	14,1	13,1	10,2	8,5
	300	15,2	14,1	13,6	11,3	9,7
	500	8,5	9,2	9,7	10,2	9,7
	700	3	5,8	7,4	81	8,5
NO	100	3	5,3	6,4	10,2	13,1
	300	0,8	3	4,2	5,3	6,4
	500	1,9	1,9	1,9	2,5	3
	700	3	3	3	3	3

Diferencia de temperaturas equivalente ΔTeq de paredes						
Orientación de la pared	DE kg/m²	Hora solar				
		12	13	14	15	16
S	100	11,9	14,7	16,4	15,2	14,1
	300	6,4	10,8	13,1	13,6	14,1
	500	1,9	4,1	6,4	8,1	8,5
	700	1,9	1,9	1,9	3,6	5,3
SO	100	3	10,2	14,1	18,6	21,9
	300	0,8	4,2	6,4	13,1	17,5
	500	3	3,6	4,2	6,4	7,4
	700	3	3	3	3,6	4,2
O	100	3	7,4	10,8	17,5	21,9
	300	1,9	3,6	5,3	10,2	14,1
	500	3	3,6	4,3	5,3	6,4
	700	4,2	4,7	5,3	5,3	5,3
N	100	1,9	4,2	5,3	6,4	7,4
	300	-0,3	1,3	3	4,2	5,3
	500	-0,3	0,2	0,8	1,3	1,9
	700	-0,3	-0,3	-0,3	0,2	0,8

Figura D.8: Valores de ΔTeq en función de tipo de techo, DE y hora solar

Este valor de ΔTeq obtenido de las tablas anteriores no es el definitivo.
En la tabla D.9, en función de la variación o excursión térmica diaria y el salto térmico, se dan unos valores que se sumarán o restarán, según el signo, al valor de la ΔTeq obtenido

antes.
Este nuevo valor es el definitivo.

	DE kg/m²	Hora solar				
		12	13	14	15	16
Techo soleado	50	8,1	13,1	17,5	20,8	23,6
	100	8,5	12,5	16,4	19,7	22,5
	200	8,5	12,5	15,2	18,12	0,8
	300	8,5	11,9	14,7	16,91	9,2
	400	8,5	11,9	14,11	5,2	17,5
Techo en sombra	100	3	4,7	6,4	6,9	7,4
	200	0,8	2,5	4,2	5,3	6,4
	300	- 0,3	0,8	1,9	3	4,2

Figura D.9: Corrección para ΔTeq

En nuestro caso la K la tenemos calculada en apartados anteriores como la transmitancia térmica de los elementos estudiados.
Para calcular la ΔTeq cogemos los valores que corresponden a la tabla D.8.a la hora 15h con la orientación adecuada de pared anteriormente comentada y usando en cada caso el DE de cada elemento (definido en el punto de *estructura*.
Para el factor de corrección entramos en la tabla D.9 con el techo soleado y su correspondiente DE.
Sabiendo los valores de las superficies se calcula tal y como se ve en el *.pdf* adjunto en el siguiente apartado.

D.3.1.3. A3. Calor debido a la transmisión (sólo transmisión) a través de paredes y techo no exteriores.

Se incluye:
– Paredes interiores
– Techos interiores.
– Suelos (siempre son interiores)
– Superficies vidriadas y claraboyas

Si se trata de una pared o un techo colindante con un local refrigerado, esta pared o techo no se cuenta.
Como nos encontramos en este caso no lo analizamos.

D.3.1.4. A4. Calor sensible debido al aire de infiltraciones.

El local que se acondiciona debe estar exento de entradas de aire caliente del exterior. Sin embargo, cuando se abren puertas o ventanas, o bien a través de las fisuras, es inevitable que algo de aire exterior entre en el local.

El calor sensible debido a las infiltraciones, Qs4 se calcula mediante la expresión:

$$Q_{s4} = 0{,}33 V_i \Delta T \tag{D.15}$$

Siendo:
– Vi= volumen de infiltración en m3/h.
– ΔT = salto térmico en C.

Para valorar la cantidad de aire que entra por las puertas puede utilizarse la tabla de la página siguiente, teniendo presente que el dato obtenido en esta tabla es por puerta y por persona.

Para este calculo, tal y como se observa en *.pdf* adjunto en el siguiente apartado, se usa el valor de 10.2 m^3/h.

Aire de infiltraciones en m³/h por persona y por puerta		
	Volumen V_i m³/h por persona y puerta	
Tipo local	Sin vestíbulo	Con vestíbulo
Bancos	13,5	10,2
Peluquerías	8,5	6,5
Bares	12	9
Estancos	51	38
Pequeños comercios	13,6	10,2
Tienda de confecciones	4,3	3,2
Farmacias	11,9	9
Habitación hospital	6	4,4
Sala de té	8,5	6,5
Restaurante	4,3	3,2
Comercio en general	6	4,4

Figura D.10: Aire de infiltraciones en m^3/h por persona y por puerta

D.3.1.5. A5. Calor sensible generado por las personas que ocupan el local.

Las personas que ocupan el recinto generan calor sensible y calor latente debido a la actividad que realizan y a que su temperatura (unos 37ºC) es mayor que la que debe mantenerse en el local.

El calor sensible generado por las personas que ocupan el local, Q_{s5} se calcula mediante la expresión:

$$Q_{s5} = Q_{per} n \tag{D.16}$$

Donde
– Q_{per} = Calor sensible emitido por una persona. Se obtiene en la tabla de la página siguiente, según la temperatura del local y el tipo de actividad que realice la gente del local. Se obtiene de la tabla de la imagen D.10
- n es el número de personas

	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
Cuadro de actividad	*Sensible*	*Latente*	*Sensible*	*Latente*	*Sensible*	*Latente*	*Sensible*	*Latente*
Sentado en reposo	52	52	58	47	64	41	70	30
Sentado trabajo ligero	52	64	58	58	64	52	70	47
Oficinista con actividad moderada	52	81	58	76	64	70	70	58
Persona de pie	52	81	58	87	64	81	76	70
Persona que pasea	52	93	58	87	64	81	76	70
Trabajo sedentario	58	105	64	99	70	93	81	81
Trabajo ligero taller	58	163	64	157	70	151	87	134
Persona que camina	64	186	70	180	81	169	99	151
Persona que baila	81	215	87	204	99	198	110	180
Persona en trabajo penoso	134	291	140	291	145	285	151	268

Figura D.11: Calor sensible y latente emitido por una persona en función de la temperatura interior

Se coge el valor correspondiente a los $24^{o}C$ y del rango *Oficina con actividad moderada*. Se dimensiona para un máximo de 79 personas en la planta baja y 49 en la superior (si está al máximo de capacidad) lo cuál es sobredimesionarlo, pero así nos aseguramos de que todas las posibilidades queden cubiertas.

D.3.1.6. A6. Calor generado por la iluminación del local.

La iluminación produce calor sensible que hay que tener en cuenta.
– Si la iluminación es incandescente: – Q_{S6} = potencia eléctrica de iluminación
– Si la iluminación es fluorescente: – Q_{S6} = potencia eléctrica de iluminación x 1,25
- Es usual tomar de 10 a 25 W/m^2 de superficie

En este caso y siguiendo la normativa se cogen 20 W/m^2.

D.3.1.7. A7. Calor generado por máquinas (si existen) en el interior del local.

Calor generado por todos los electrodomésticos que se tienen.

En este apartado, tal y como se muestra en el archivo *.pdf* adjunto en el siguiente apartado, se estima el calor que producirán todos los equipos técnicos.

D.3.1.8. A8. Cualquier otro que puede producirse.

No se calculan ni preveen otras fuentes de calor.

D.3.2. B) Carga latente

D.3.2.1. B1. Calor latente debido al aire de infiltraciones.

El calor latente debido a las infiltraciones, Q_{l1} se calcula mediante la expresión:

$$Q_{l1} = 0{,}84 V_i \Delta W \tag{D.17}$$

Siendo:
– V_i = caudal de infiltraciones en m3/h.
–Δ W = diferencia de las humedades absolutas, en gw/kga, del aire exterior del local menos la del interior del local. Estas humedades absolutas se obtienen mediante el diagrama psicrométrico

Para este calculo, tal y como se observa en *.pdf* adjunto en el siguiente apartado, se usa el valor de 10.2 m^3/h de la tabla D.10

D.3.2.2. B2. Calor latente generado por las personas que ocupan el local.

El calor latente generado por las personas que ocupan el local, Ql2 se calcula mediante la expresión:

$$Q_{l2} = Q_{pers} n \tag{D.18}$$

Donde
– Q_{pers} = Calor latente emitido por una personas. Se obtiene en la misma tabla que Q_{s5} , según la temperatura del local y el tipo de actividad que realice la gente del local.

Se coge el valor correspondiente a los 24^oC y del rango *Oficina con actividad moderada*. Se dimensiona para un máximo de 79 personas en la planta baja y 49 en la superior (si está al máximo de capacidad) lo cuál es sobredimesionarlo, pero así nos aseguramos de que todas las posibilidades queden cubiertas.

D.3.2.3. B3. Calor latente producido por cualquier otra causa.

Calor producido por cualquier otro motivo que no se contempla.

D.3.3. Aire de ventilación

Cuando se utiliza aire exterior de ventilación, como en nuestro caso, se consideran dos más:

D.3.3.1. A9. Calor sensible procedente del aire de ventilación.

Esta partida la designaremos por Q_{s9} en W y se obtiene aplicando la fórmula:

$$Q_{s9} = 0{,}33 f V_v \Delta T \tag{D.19}$$

Donde:
– V_v es el caudal volumétrico de ventilación (aire exterior sin tratamiento) en m^3/h .
– ΔT es el salto térmico en ^oC.
-– f es factor de by-pass

En este caso tendremos unos fan-coils con una f=0.3.
El caudal volumétrico lo cogemos de la tabla siguiente, usaremos el valor de *oficinas* y el *recomendable*:

TABLA 1. Necesidades de ventilación V_v de diferentes tipos de locales.			
Tipo de local		m³/h por persona	
		Aconsejado	Mínimo
Apartamentos		35	17
Bancos		17	13
Peluquerías		25	17
Oficinas		85	35
Bares		68	43
Almacenes		13	8,5
Farmacias		17	13
Fábricas		17	13
Hospitales	Quirófanos	-	-
	Urgencias	50	43
	Pabellones	35	25
Hoteles		50	43
Cocinas de restaurante		72 m³/ m² de pavimento	
Bar		20	17
Comedor		25	20
Aulas		25	17
Teatros		25	17

Figura D.12: Necesidades de ventilación

D.3.3.2. B4. Calor latente procedente del aire de ventilación.

Se calcula con una fórmula análoga:

$$Q_{l4} = 0{,}33 f V_v \Delta W \tag{D.20}$$

Donde:
– V_V es el caudal de ventilación en m^3/h.
– ΔW es diferencia de las humedades absolutas, en gw/kga, del aire exterior del local menos la del interior del local.
– f es el factor de by-pass de la batería.

En este caso tendremos unos fan-coils con una f=0.3.
El caudal volumétrico lo cogemos de la tabla D.12, usaremos el valor de *oficinas* y el *recomendable*.

D.3.4. Carga Térmica Total

Para calcular el total, en primer lugar se calculan las cargas efectivas parciales sumando por un lado todas las sensibles y por el otro todas las latentes:

$$Q_{Sparc} = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} + Q_{s4} + Q_{s5} + Q_{s6} + Q_{s7} + Q_{s8} + Q_{s9} \tag{D.21}$$

$$Q_{Lparc} = Q_{l1} + Q_{l2} + Q_{l3} + Q_{l4} \tag{D.22}$$

Una vez calculadas estas pasamos a la totales.
Para su calculo sobredimensionamos el valor de las parciales por un coeficiente de un 10 %. Es preferible calcular la carga térmica por exceso que por defecto.

$$Q_S = Q_{Sparc} * 1{,}1 \tag{D.23}$$

$$Q_L = Q_{Lparc} * 1{,}1 \tag{D.24}$$

y para finalizar para conocer el valor total de carga térmica para el cual se tiene que dimensionar el sistema y por tanto buscar los aparatos refrigeradores, se obtiene de la suma de las dos anteriores:

$$Q_{TOT} = Q_L + Q_S \tag{D.25}$$

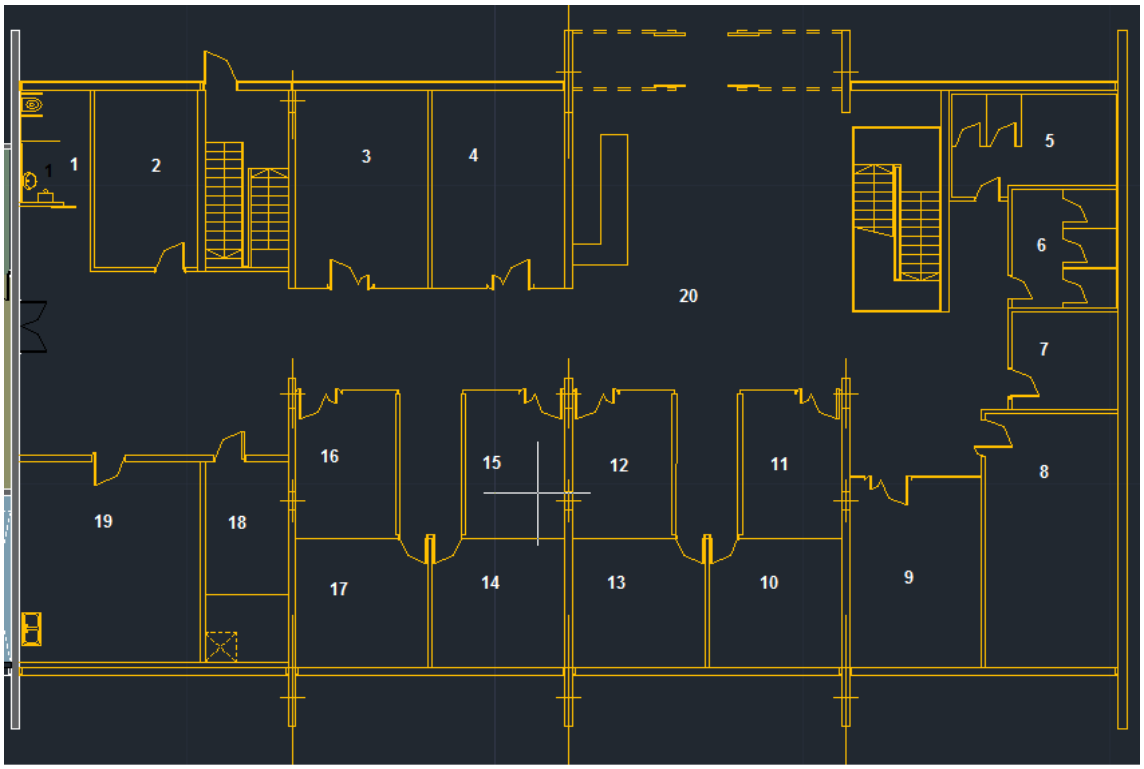
D.3.5. Cálculos

En el siguiente documento se muestran los cálcuos relizados siguiendo los anteriores pasos:

- Detalle de las superficies:

Planta inferior	Dimensiones		Superfície	Volumen	Sup. Pared Exterior		Ocupación
	x	y	m2	m3	x	y	Personas
1	2.3	3.88	8.924	22.31	5.75		1
2	3.51	5.95	20.8845	52.21125	8.775		1
3	4.31	6.61	28.4891	71.22275	10.775		6
4	4.31	6.61	28.4891	71.22275	10.775		6
5	5.36	3.08	16.5088	41.272	13.4	7.7	3
6	3.43	3.97	13.6171	34.04275		9.925	3
7	3.43	3.28	11.2504	28.126		8.2	1
8	4.32	8.48	36.6336	91.584	10.8	21.2	16
9	4.28	6.36	27.2208	68.052	10.7		10
10	4.31	4.31	18.5761	46.44025	10.775		4
11	3.35	4.31	14.4385	36.09625			3
12	3.35	4.31	14.4385	36.09625			3
13	4.31	4.31	18.5761	46.44025	10.775		4
14	4.31	4.31	18.5761	46.44025	10.775		4
15	3.35	4.31	14.4385	36.09625			3
16	3.35	4.31	14.4385	36.09625			3
17	4.31	4.31	18.5761	46.44025	10.775		4
18	2.7	4.47	12.069	30.1725			1
19	5.86	6.74	39.4964	98.741	14.65		2
20	8.75	5.36	308.3444	770.861	21.875		1
Total	35.68	19.17	683.9856	1709.964			79
Planta superior	Dimensiones		sup	Volumen	pared exterior		Ocupació
	x	y	m2	m3	x	y	persones
1	6.04	3.88	23.4352	0	15.1		1
2	4.31	5	21.55	0	10.775		3
3	3.22	4.71	15.1662	0			2
4	3.22	4.71	15.1662	0			2
5	4.31	5	21.55	0	10.775		3
6	4.31	5	21.55	0	10.775		3
7	3.22	4.71	15.1662	0			2
8	4.31	5	21.55	0	10.775		3
9	3.22	4.71	15.1662	0			2
10	5.36	3.08	16.5088	0	13.4	7.7	3
11	3.43	3.3	11.319	0		8.25	3
12	3.43	4.5	15.435	0		11.25	1
13	3.43	4.57	15.6751	0		11.425	1
14	8.73	3.5	40.955	0	21.825	8.75	5
15	8.88	5.22	46.3536	0	22.2		5
16	8.88	5.22	46.3536	0	22.2		5
17	2.69	3.11	8.3659	0			1
18	2.69	2.24	6.0256	0	6.725		1
19	5.85	2.84	16.614	0	14.625		1
20	4.54	6.44	683.9856	0			1
21	5.98		683.9856	0			0
Total	35.68	19.17	683.9856	0			48

Calculos para ***PLANTA INFERIOR***:



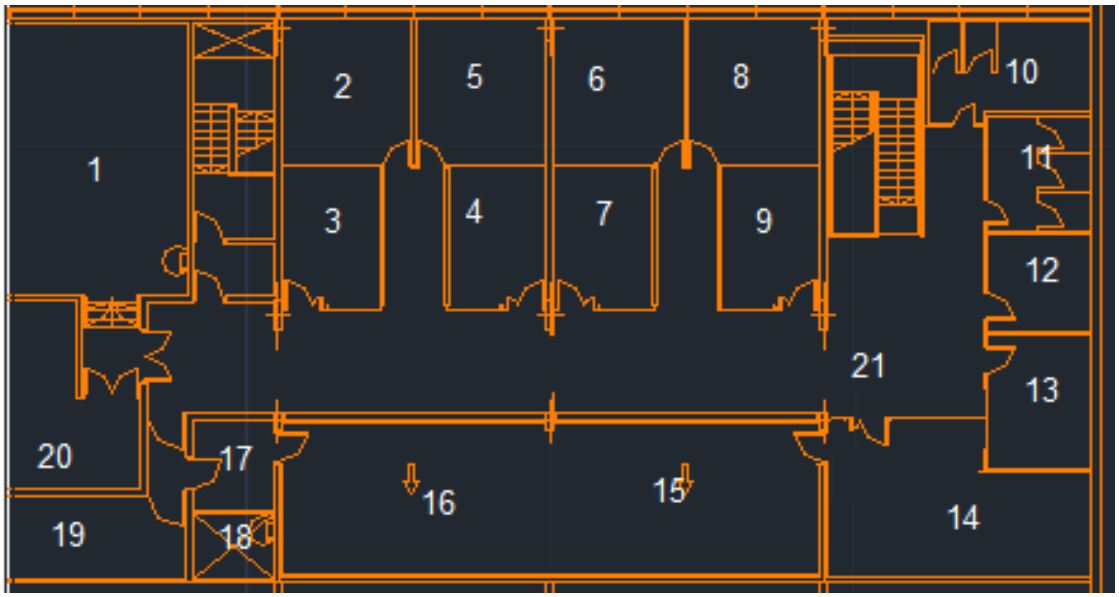
SENSIBLE

Zona	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
1	687.24		40.25	23.562	70				58.905
2	1048.788		61.425	23.562	70				58.905
3	1287.828		75.425	141.372	420				353.43
4	1287.828		75.425	141.372	420				353.43
5	1601.568	20.412315	93.8	70.686	210				176.715
6		26.3106788		70.686	210				176.715
7		21.73779		23.562	70				58.905
8	367.524	56.20014	75.6	376.992	1120				942.48
9	364.121		74.9	235.62	700				589.05
10	366.67325		75.425	94.248	280				235.62
11				70.686	210				176.715
12				70.686	210				176.715
13	366.67325		75.425	94.248	280				235.62
14	366.67325		75.425	94.248	280				235.62
15				70.686	210				176.715
16				70.686	210				176.715
17	366.67325		75.425	94.248	280				235.62
18				23.562	70				58.905
19	498.5395		102.55	47.124	140				117.81
20	2614.5		153.125	10.164	70				24.255
	11224.6295	124.660924	1054.2	1848	5530	13679.712	15300	0	4618.845

LATENT

zona	B1	B2	B3	**B4**
1	81.396	58		203.49
2	81.396	58		203.49
3	488.376	348		1220.94
4	488.376	348		1220.94
5	244.188	174		610.47
6	244.188	174		610.47
7	81.396	58		203.49
8	1302.336	928		3255.84
9	813.96	580		2034.9
10	325.584	232		813.96
11	244.188	174		610.47
12	244.188	174		610.47
13	325.584	232		813.96
14	325.584	232		813.96
15	244.188	174		610.47
16	244.188	174		610.47
17	325.584	232		813.96
18	81.396	58		203.49
19	162.792	116		406.98
20	35.112	58		83.79
	6384	4582	0	**15956.01**

Calculos para ***PLANTA SUPERIOR***:



SENSIBLE

Zona	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
1	1804.752		105.7	23.562	70				58.905
2	1287.828		75.425	70.686	210				176.715
3				47.124	140				117.81
4				47.124	140				117.81
5	1287.828		75.425	70.686	210				176.715
6	1287.828		75.425	70.686	210				176.715
7				47.124	140				117.81
8	1287.828		75.425	70.686	210				176.715
9				47.124	140				117.81
10	1601.568	20.412315	93.8	70.686	210				176.715
11		21.8703375		70.686	210				176.715
12		29.8231875		23.562	70				58.905
13		30.2871038		23.562	70				58.905
14	742.70475	23.1958125	152.775	117.81	350				294.525
15	755.466		155.4	117.81	350				294.525
16	755.466		155.4	117.81	350				294.525
17				23.562	70				58.905
18	228.85175		47.075	23.562	70				58.905
19	497.68875		102.375	23.562	70				58.905
20				23.562	70				58.905
21		1372.07511		0	0				24.255
	11537.8093	1497.66387	1114.225	1130.976	3360	13679.712	15300	0	2851.695

LATENT

Zona	B1	B2	B3	**B4**
1	81.396	58		203.49
2	244.188	174		610.47
3	162.792	116		406.98
4	162.792	116		406.98
5	244.188	174		610.47
6	244.188	174		610.47
7	162.792	116		406.98
8	244.188	174		610.47
9	162.792	116		406.98
10	244.188	174		610.47
11	244.188	174		610.47
12	81.396	58		203.49
13	81.396	58		203.49
14	406.98	290		1017.45
15	406.98	290		1017.45
16	406.98	290		1017.45
17	81.396	58		203.49
18				
19	81.396	58		203.49
20	81.396	58		203.49
21	0	0		0
	3825.612	2726	0	**9564.03**

con todo, al realizar la suma y hacer el factor 1.1 de sobredimensionamiento quedan unos valores de:

$$Q_S = 125661{,}0755W \tag{D.26}$$

$$Q_L = 52075{,}55892W \tag{D.27}$$

Lo que hace un total de 177736.6 W .

APÉNDICE E. GEOTECNIA

Un detallado y preciso análisis del terreno es imprescindible para aprovechar al máximo los beneficios que nos pueda ofrecer el terreno en cuanto a resistencia y minimizar los aspectos negativos que sus propiedades puedan representar para las cimentaciones.

Así, para el análisis del terreno sobre el cual se situará el edificio correspondiente a al ampliación de la Terminal corporativa del Aeropuerto de Barcelona, se han utilizado los resultados obtenidos del estudio geotécnico adjunto en el anexo X perteneciente a un terreno situado en las proximidades del nuestro.

En este estudio se indican los resultados obtenidos de dos sondeos geotécnicos a rotación (SR1 y SR1) y un penetrómetro dinámico tipo DPSH (PD -1), habiendo llegado entorno a los 20m de profundidad.

No obstante, antes de analizar los resultados obtenidos en el estudio geotécnico, es importante conocer los antecedentes del terreno en el que estamos trabajando.

E.1. Estudio del terreno

El aeropuerto de Barcelona - el Prat se sitúa sobre los terrenos del delta del río Llobregat, el cual esta formado por dos niveles de sedimentos detríticos separados por una intercalación de tipo limo-arcilloso. El nivel superior esta formado en su mayor parte por arenas, mientras que en el nivel inferior se pueden distinguir dos niveles, siendo el superior de carácter arenoso y con predominación de gravas el inferior. Sin embargo, las características descritas varían en mayor o menor grado a lo largo de la extensión del Delta.

Si nos centramos en analizar la litología del terreno, en base a los resultados obtenidos del estudio geotécnico, nuestra construcción apoyará sobre los materiales arcillo-arenosos depositados por el delta en el cual existen los siguientes niveles:

E.2. Estudio del terreno

El aeropuerto de Barcelona – el Prat se sitúa sobre los terrenos del delta del río Llobregat, el cual esta formado por dos niveles de sedimentos detríticos separados por una intercalación de tipo limo-arcilloso. El nivel superior esta formado en su mayor parte por arenas, mientras que en el nivel inferior se pueden distinguir dos niveles, siendo el superior de carácter arenoso y con predominación de gravas el inferior. Sin embargo, las características descritas varían en mayor o menor grado a lo largo de la extensión del Delta.

Si nos centramos en analizar la litología del terreno, en base a los resultados obtenidos

del estudio geotécnico, nuestra construcción apoyará sobre los materiales arcillo-arenosos depositados por el delta en el cual existen los siguientes niveles:

Nivel	Profundidad (m)	γ (kN/m³)	γ' (kN/m³)	E (kPa)	c' (kPa)	Ø (º)
Relleno antrópico	0,00 – 0,80	16	20	3000	1	26
Limos sueltos	0,80 – 2,80	17	20	4000	1	28
Arenas sueltas	2,80 – 6,00	17	20	6000	1	30
Arenas medias con niveles arcillosos	6,00 – 20,10	17	20	10000	1	30

Figura E.1: Niveles del terreno

E.2.1. Niveles del terreno

A continuación se detallan las características de cada uno de los niveles de suelo encontrados durante el estudio geotécnico. Estos datos se obtienen del documento Proyecto constructivo de un ha el cual basa sus resultados en el mismo estudio geotécnico.

Relleno antrópico

Rellenos sobre tierra vegetal limosa con restos de conchas. (Estrato de 0,80 m de potencia). Se consideran los siguientes parámetros:

γ (kN/m³)	γ' (kN/m³)	E (kPa)	c' (kPa)	Ø (º)
16	20	3000	1	26

Figura E.2: Características relleno antrópico

Limos sueltos Limos arenosos marrones, cierta plasticidad en la base. Untuosos, algún contenido en M.O. Compacidad baja. (Estrato de 2,00 m de potencia).

γ (kN/m³)	γ' (kN/m³)	E (kPa)	c' (kPa)	Ø (º)
17	20	4000	1	28

Figura E.3: Características limos sueltos

Arenas sueltas

Arenas finas. Pequeñas intercalaciones de limos arenosos flojos. Sedimento saturado y flojo. Conjunto de tonalidad marrón grisáceo. (Estrato de 3,20 m de potencia).

Arenas medias con niveles arcillosos

Arenas medias. Pequeñas intercalaciones de limos arenosos flojos. Sedimento saturado y flojo. Conjunto de tonalidad marrón grisáceo. (Estrato de 2,10 m de potencia).

Ensayo	Parámetro	Resultado	Profundidad muestra (m)
SPT	N30	7	3,00 - 3,60
Índice de Plasticidad (Casagrande)		NP	3,00 - 3,60
Granulometría	Tamiz 5 mm	99	3,00 - 3,60
	Tamiz 2 mm	99	
	Tamiz 0.08 mm	44	
Contenido en SO_4^{-2}		<500 mg/kg[1]	3,00 - 3,60
U.S.C.S.		SM	3,00 - 3,60
Índice de Plasticidad (Casagrande)		NP	4,50 - 5,10
Granulometría	Tamiz 5 mm	100	4,50 - 5,10
	Tamiz 2 mm	99,6	
	Tamiz 0.08 mm	22,5	
U.S.C.S.		SM	4,50 - 5,10
Ensayo de corte (CU ; Trx)	C (kPa)	290	4,50 - 5,10
	Ø (º)	29,26	

Figura E.4: Características arenas sueltas

Ensayo	Parámetro	Resultado	Profundidad muestra (m)
SPT	N30	17	6,00 - 6,60

Figura E.5: Características arenas medias

Arenas medias a gruesas de tonalidad marrón grisáceas en techo y gris marengo a muro. Hacia la base contenido en M.O. Arenas de compacidad media. Textura poco cohesiva-floja. (Estrato de 3,20 m de potencia).

Ensayo	Parámetro	Resultado	Profundidad muestra (m)
SPT	N30	28	9,00 - 9,60
Índice de Plasticidad (Casagrande)		NP	10,50 - 11,10
Granulometría	Tamiz 5 mm	100	10,50 - 11,10
	Tamiz 2 mm	100	
	Tamiz 0.08 mm	35	
U.S.C.S.		SM	10,50 - 11,10
Ensayo de corte (CD ; Corte)	G_s (kPa)	2690	10,50 - 11,10
	C (kPa)	31	
	Ø (º)	44	

Figura E.6: Características arenas medias a gruesas

Alternancias de arenas medias a finas y limos arenosos plásticos con abundante M.O. Tonalidad gris marengo. Limos flojos hacia la base (Estrato de 2,90 m de potencia).

Limos arcillosos en techo y preferentemente limos arenosos con algo de arenas finas, grises. Sedimento flojo y saturado. (Estrato de 2,20 m de potencia).

Arenas finas a medias, saturadas, flojas. Tonalidad gris. (Estrato de 3,70 m de potencia).

Ensayo	Parámetro	Resultado	Profundidad muestra (m)
SPT	N30	28	12,10 - 12,70
Compresión simple	q_u (kPa)	30	13,50 - 14,10
Índice de Plasticidad (Casagrande)		NP	13,50 - 14,10
Granulometría	Tamiz 5 mm	100	13,50 - 14,10
	Tamiz 2 mm	100	
	Tamiz 0.08 mm	80	
U.S.C.S.		ML	13,50 - 14,10
Edómetro	e_0	2690	13,50 - 14,10
	c_c	31	

Figura E.7: Características arenas medias a finas

Ensayo	Parámetro	Resultado	Profundidad muestra (m)
SPT	N30	15	15,00 - 15,60

Figura E.8: Características limos arcillosos y arenosos

Ensayo	Parámetro	Resultado	Profundidad muestra (m)
Índice de Plasticidad (Casagrande)		NP	16,50 - 17,10
Granulometría	Tamiz 5 mm	100	16,50 - 17,10
	Tamiz 2 mm	100	
	Tamiz 0.08 mm	70	
U.S.C.S.		ML	16,50 - 17,10
SPT	N30	14	18,00 - 18,60
SPT	N30	16	19,50 - 20,10

Figura E.9: Características arenas finas a medias

E.2.2. Nivel freático

Otra característica importante del terreno sobre el que se desarrolla el proyecto y que es necesaria tener en consideración es la proximidad del nivel freático. Dado que el Aeropuerto se encuentra en el delta del río Llobregat, suelo en el cual hay una fuerte presencia de acuíferos libres a poca profundidad, es necesario tener en cuenta la proximidad del nivel freático (cota +1.0 m) en el desarrollo de las cimentaciones.

E.3. Influencia en la cimentación

Dado que el tipo de terreno sobre el que se desarrolla el proyecto conlleva una baja capacidad resistente, en base a los resultados obtenidos del estudio geotécnico, la realización de las cimentaciones se llevará a cabo de acuerdo con las consideraciones y observaciones indicadas a continuación.

– Retirada de la capa de suelo vegetal y rellenos antrópicos
– Introducción de una capa de material de aportación con la capacidad portante suficiente para soportar la actividad a desarrollar en la parcela
– Considerar el nivel freático del terreno en que se trabaje

Para poder proyectar un buen sistema de cimentación es necesario conocer la capacidad portante del terreno de la que se dispone. Para ello, se hará una estimación asumiendo que el terreno sobre el que trabajamos es de tipo cohesivo. Así mismo, se supone como hipótesis la aplicación rápida de las cargas y la consecuente respuesta del terreno correspondiente a condiciones no drenadas.

APÉNDICE F. ESTUDIO GEOTÉCNICO

En el siguiente apéndice se muestra el estudio geotécnico sobre el cual se basa los apartados de geotecnia y cimentación.

ÍNDICE

MEMORIA

ANEJOS

1.- INTRODUCCIÓN

El presente documento responde al conjunto de resultados obtenidos en la realización de la campaña geotécnica, dentro de las instalaciones del Aeropuerto del Prat del Llobregat en Barcelona, y para la ejecución de una ***"NUEVA NAVE DE OPERACIONES"***.

La campaña la ha realizado SEGSA, mediante petición por parte de INECO y durante los meses de noviembre y diciembre del 2008.

La nueva nave presenta las siguientes características:

- Es una nave para camiones de hasta 13 metros de longitud
- Las dimensiones previstas son de 20 x 50 metros
- La altura de la Nave es de unos 8 metros

2.- TRABAJOS REALIZADOS

El estudio geotécnico realizado en las instalaciones mencionadas con anterioridad ha consistido en la realización de dos sondeos geotécnicos a rotación y un penetrometro dinámico del tipo DPSH.

En los sondeos se ha llegado a profundidades entorno a los 20 metros y en los que se ha procedido a la realización de tomas de muestras inalteradas, muestras inalteradas en tubo shelby y ensayos SPT. La totalidad de metros perforados han sido de 40.20 metros.

En resumen han sido los siguientes:

SONDEO	PROFUNDIDAD EN M.	SPT	MUESTRAS INALTERADAS	SHELBYS
SR-1	20.10	6	4	2
SR-2	20.10	7	4	2

En el anejo correspondiente se presenta las columnas de sondeos con los resultados de los ensayos de laboratorio.

3.- ENSAYOS DE LABORATORIO

De las muestras obtenidas en los sondeos se han realizado los siguientes ensayos y a las siguientes cotas:

SONDEO	ENSAYO	COTA
SR-1	MI	4.50-5.10
SR-1	MI	7.50-8.10
SR-1	MI	10.50-11.10
SR-1	SHELBY	13.50-14.10
SR-1	SHELBY	17.50-18.10
SR-2	MI	3.00-3.60
SR-2	MI	10.50-11.10
SR-2	SHELBY	13.50-14.10
SR-2	SHELBY	16.50-17.10

Los resultados de estas muestras se presentan en la tabal adjunta dentro del anejo de ensayos de laboratorio.

4.- CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES

El aeropuerto de El Prat de Llobregat de Barcelona se encuentra situado sobre los materiales arcillo-arenosos depositados por el delta del río Lobregat.

La escasa capacidad resistente de los materiales que integran el perfil estratigráfico del delta del Llobregat, donde se sitúa el aeropuerto de Barcelona, requieren de un conocimiento profundo de las características geotécnicas de estos materiales.

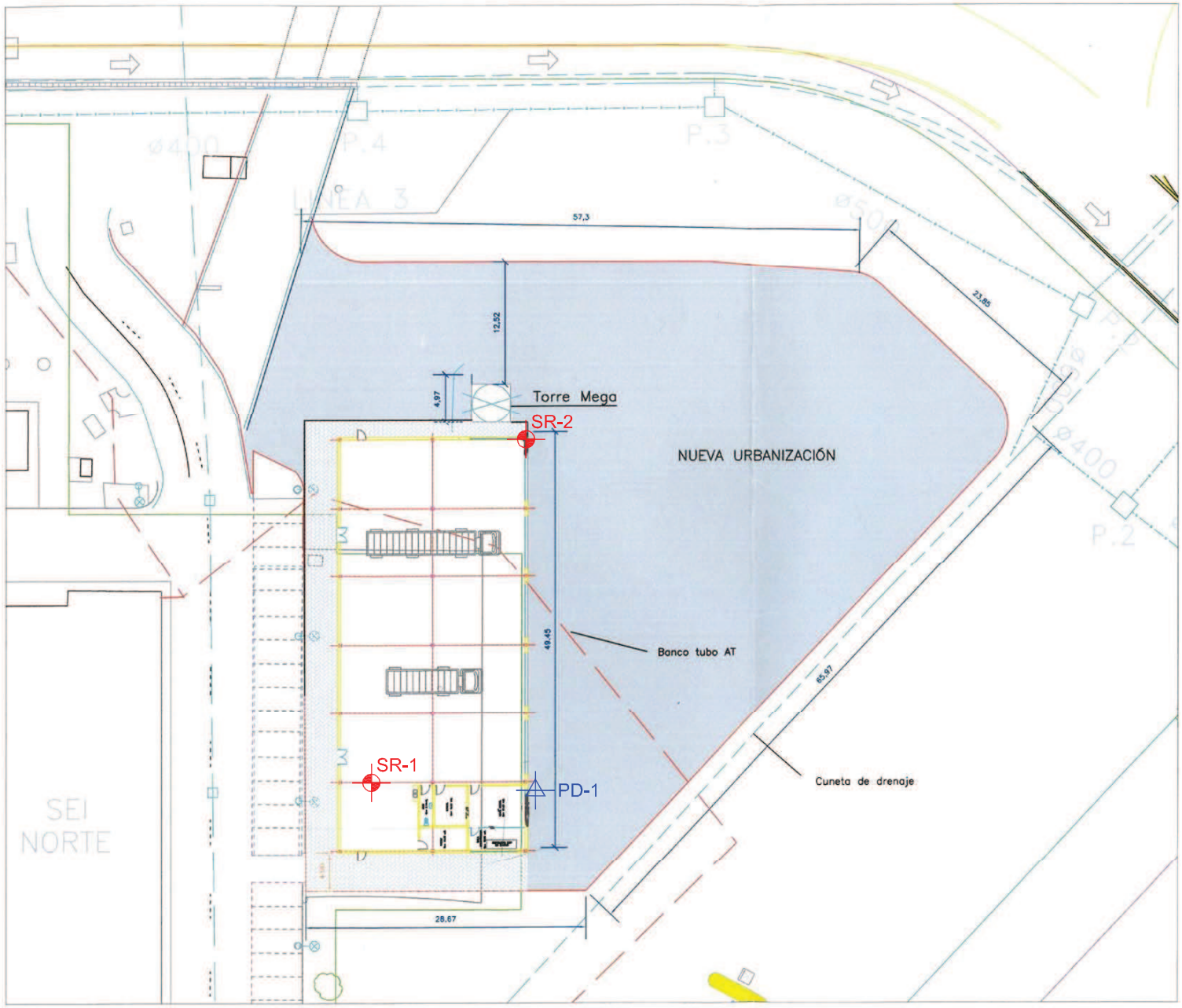
Para la construcción de la plataforma sobre la que se moverán y circularán camiones de gran longitud y tonelaje, se recomienda, dadas las características de los materiales encontrados en los sondeos, y dependiendo de la rasante, la retirada de suelo vegetal y rellenos hasta una profundidad de 0.80 m.

La siguiente operación consistirá en la introducción de una capa de suelo seleccionado de unos 50 cm de espesor, con el objeto de conseguir una explanada del tipo y/o categoría E1, según las instrucciones de la Orden Circular 10/2002, sobre Secciones de Firmes.

ANEJOS

ANEJO nº 1

PLANO DE SITUACIÓN



SR-Nº SONDEO ROTATIVO

PD-Nº PENETRACIÓN DINÁMICA

EMPRESA CONSULTORA :	INFORME GEOTECNICO:	CLIENTE:	PLANO:	ESCALA:	FECHA:	REFERENCIA:	PLANO Nº:	HOJA:
SEG SONDEOS ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA	NUEVA NAVE DE OPERACIONES EN EL AEROPUERTO DE BARCELONA	INECO	LOCALIZACIÓN DE RECONOCIMIENTOS	1:500	ENERO 2009	08-120	01	1 de 1

ANEJO nº 2

GRÁFICOS DE LOS SONDEOS ROTATIVOS

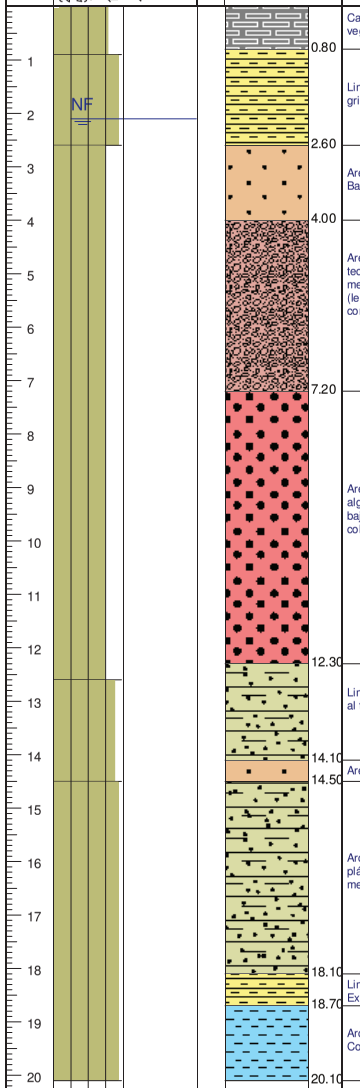
SONDEOS ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA

GRAFICO DE SONDEOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Estudio: NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA

Tipo Maquina	Cibeles C60 V-2164-HH	Controla:	A. Lendínez	UTM X:	0.000
Fecha Inicio:	19 - noviembre - 2008	Sondista:	L.G Mota	UTM Y:	0.000
Fecha Fin:	20 - noviembre - 2008	Nivel Freático:	2.1	UTM Z:	0.000

S-1
Hoja 1 de 1
REF SEG: 2008-120



unidad	SECCION VERTICAL TERRENO	NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS / ENSAYOS TIPO	COTAS	RESULTADO	N30	w (%)	γ d (g/cm³)	γ (g/cm³)	q_u (KPa)	L. Atterberg % L.L.	L.P.	I.P.	GRANULOMETRIA 5	2	0.08	QUIMICOS % MO	SO_4^{2-}	CO_3	U.S.C.S	Pres Hinch P(KPa)	Hinch Libre (%)	G_S	Ensayo de Corte clase	Tipo	C (KPa)	Ø (°)	Edómetro e_0	c_c	Otros
	0.00–0.80	Capa de hormigón sobre rellenos con restos vegetales. Tierra parda																												
	0.80–2.60	Limos algo arenosos, flojos y de tonalidad marrón grisacea	Mlg	1.50-2.10	2/2/1/2																									
	2.60–4.00	Arenas marrones finas amuy finas, flojas y saturadas. Baja compacidad	SPT	3.00-3.60	1/3/5/3	8																								
	4.00–7.20	Arenas medias grises-micáceas, flojas, saturadas en techo. Baja compacidad. Intercalaciones de arenas medias algo densas y ligeramente compactadas. (lecturas del SPT no corresponden con la compacidad del sedimento?)	Mlg	4.50-5.10	3/3/5/5		19.5	1.70	2.03				NP	100	100	8		0.05		SM-SP			2.710	Corte	CD	16	50			Acidez bauman-Gully = 0 ml/Kg
			SPT	6.00-6.60	6/8/13/15	21																								
	7.20–12.30	Arenas gruesas grises ricas en ferromagnesianos, algo de micas. Heredad metamórfica. Compacidad baja. Hacia la base del tramo la arena cambia de color a más clara. BASE DE SECUENCIA ARENOSA	Mlg	7.50-8.10	8/12/17/21								NP	99	99	43				SM			2.720	Corte	CD	0	49			
			SPT	9.00-9.60	10/18/19/19	37																								
			Mlg	10.50-11.10	22/20/13/8								NP	100	100	25				SM										
			SPT	12.00-12.60	7/11/12/13	23																								
	12.30–14.10	Limos y limos arcillosos con arcillas y M.O. (untuosas al tacto) de color gris oscuro y de compacidad media	She	13.50-14.10			24.6	1.62	2.01	35			NP	100	100	33				SM	0.0									
	14.10–14.50	Arenas finas gris marengo con M.O. y flojas																												
	14.50–18.10	Arcillas y limos arcillosos gris marengo, saturadas, plásticas y con M.O. material untuoso. Compacidad media a baja	SPT	16.00-16.60	3/4/6/5	10																								
			She	17.50-18.10			26.2	1.42	1.79	5			NP	100	100	72				ML										
	18.10–18.70	Limos algo arenosos, flojos y de tonalidad grisacea. Existencia de arenas finas																												
	18.70–20.10	Arcillas y arcillas limosas con M.O., untuosas. Compacidad baja a media.	SPT	19.50-20.10	8/9/9/9	18																								

Observaciones:

Datos Complementarios:

SONDEOS ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA

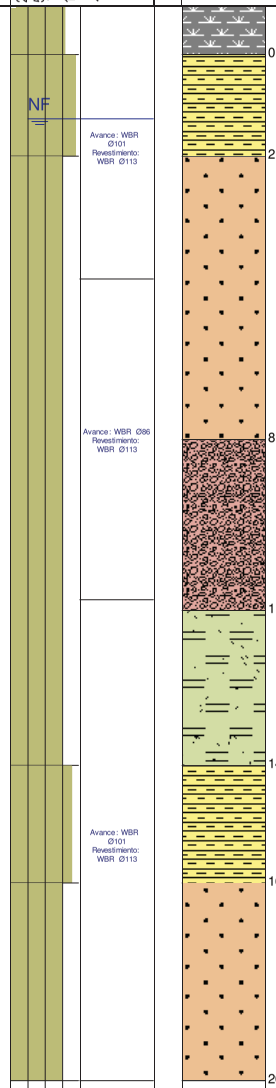
GRAFICO DE SONDEOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Estudio: NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA

Tipo Maquina	Cibeles C60 V-2164-HH	Controla:	A. Lendínez	UTM X:	0.000
Fecha Inicio:	20 - noviembre - 2008	Sondista:	L.G Mota	UTM Y:	0.000
Fecha Fin:	21 - noviembre - 2008	Nivel Freático:	2.1	UTM Z:	0.000

S-2
Hoja 1 de 1
REF SEG: 2008-120

E: 1/100 | Recuperación 25% 50% 75% 100% | Perforación | unidad | SECCION VERTICAL TERRENO



NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS / ENSAYOS TIPO	COTAS	RESULTADO	N30	w (%)	γ d (g/cm³)	γ (g/cm³)	q_u (KPa)	L. Atterberg % L.L.	L.P.	I.P.	GRANULOMETRIA 5	2	0.08	QUIMICOS % MO	SO_4^{2-}	CO_3	U.S.C.S	Pres Hinch P(KPa)	Hinch Libre (%)	G_S	Ensayo de Corte clase	Tipo	C (KPa)	Ø (°)	Edómetro e_0	c_c	Otros
Rellenos sobre tierra vegetal limosa con restos de conchas																												
Limos arenosos marrones, cierta plásticidad en la base. Untuosos, algún contenido en M.O. Compacidad baja	Mlg	1.50-2.10	2/2/2/3																									
	SPT	3.00-3.60	2/3/4/3	7							NP	99	99	44		0.05		SM										Acidez Bauman-Gully = 0 ml/kg
Arenas finas a medias hacia la base del tramo. Pequeñas intercalaciones de limos arenosos flojos. Sedimento saturado y flojo. Conjunto de tonalidad marrón grisaceo	Mlg	4.50-5.10	3/4/5/5								NP	100	99.6	22.5				SM				Trx	CU	290	29.26			
	SPT	6.00-6.60	5/7/10/13	17																								
	Mlg	7.50-8.10	7/11/15/18																									
Arenas medias a gruesas de tonalidad marrón grisaceas en techo y gris marengo a muro. Hacia la base contenido en M.O. Arenas de compacidad media?. Textura poco cohesiva-floja	SPT	9.00-9.60	8/13/15/16	28																								
	Mlg	10.50-11.10	18/21/17/18		21.9	1.55	1.88				NP	100	100	35				SM			2.690	Corte	CD	31	44			
Alternancias de arenas medias a finas y limos arenosos plásticos con abundante M.O. Tonalidad gris marengo. Limos flojos hacia la base	SPT	12.10-12.70	7/13/15/19	28																								
	She	13.50-14.10			30.7	1.43	1.87	30			NP	100	100	80				ML								0.814	0.134	
Limos arcillosos en techo y preferentemente limos arenosos con algo de arenas finas, grises. Sedimento flojo y saturado.	SPT	15.00-15.60	7/8/7/9	15																								
	She	16.50-17.10			27.1	1.65	2.10				NP	100	100	70				ML										
Arenas finas a medias, saturadas, flojas. Tonalidad gris. Las maniobras de extracción se realizan con "cuchara"	SPT	18.00-18.60	6/7/7/9	14																								
	SPT	19.50-20.10	7/7/9/10	16																								

Observaciones:

Datos Complementarios:

ANEJO nº 3

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

SONDEOS ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

GRAFICO DE PENETRACION DINAMICA

PD - 1

ESTUDIO: Nueva nave operaciones Aeropuerto Barcelona

REF: 2008-120

TIPO PENETROMETRO D.P.S.H.

FECHA: 19/11/08

CERRADO:

Mts

NIVEL FREATICO

Mts

SONDISTA:

L.G. Mota

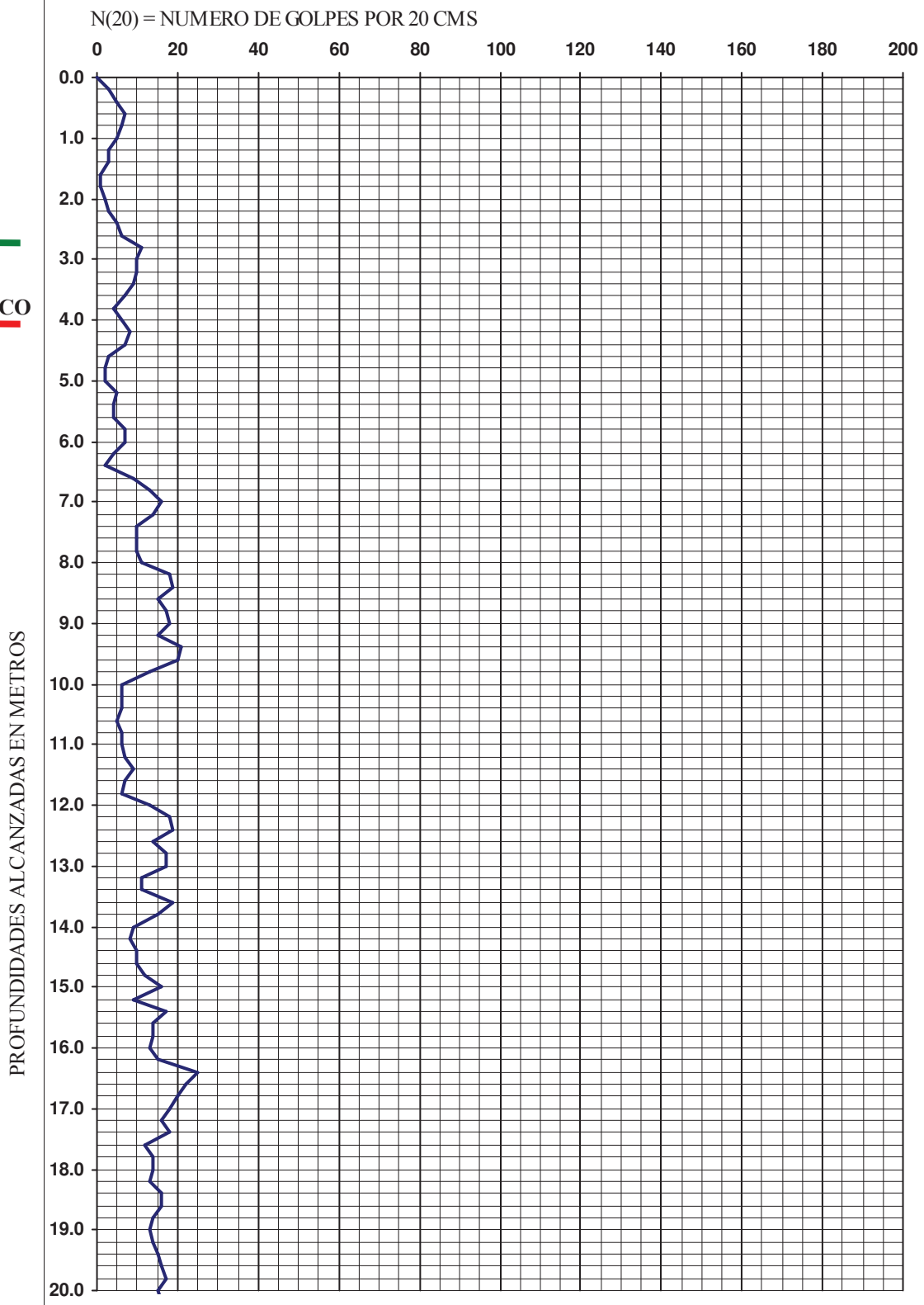
DIBUJA:

A. Lendínez

CONTROLA:

A. Lendínez

OBSERVACIONES



SONDEOS ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

GRAFICO DE PENETRACION DINAMICA

PD - 1

ESTUDIO: Nueva nave operaciones Aeropuerto Barcelona

REF: 2008-120

TIPO PENETROMETRO D.P.S.H.

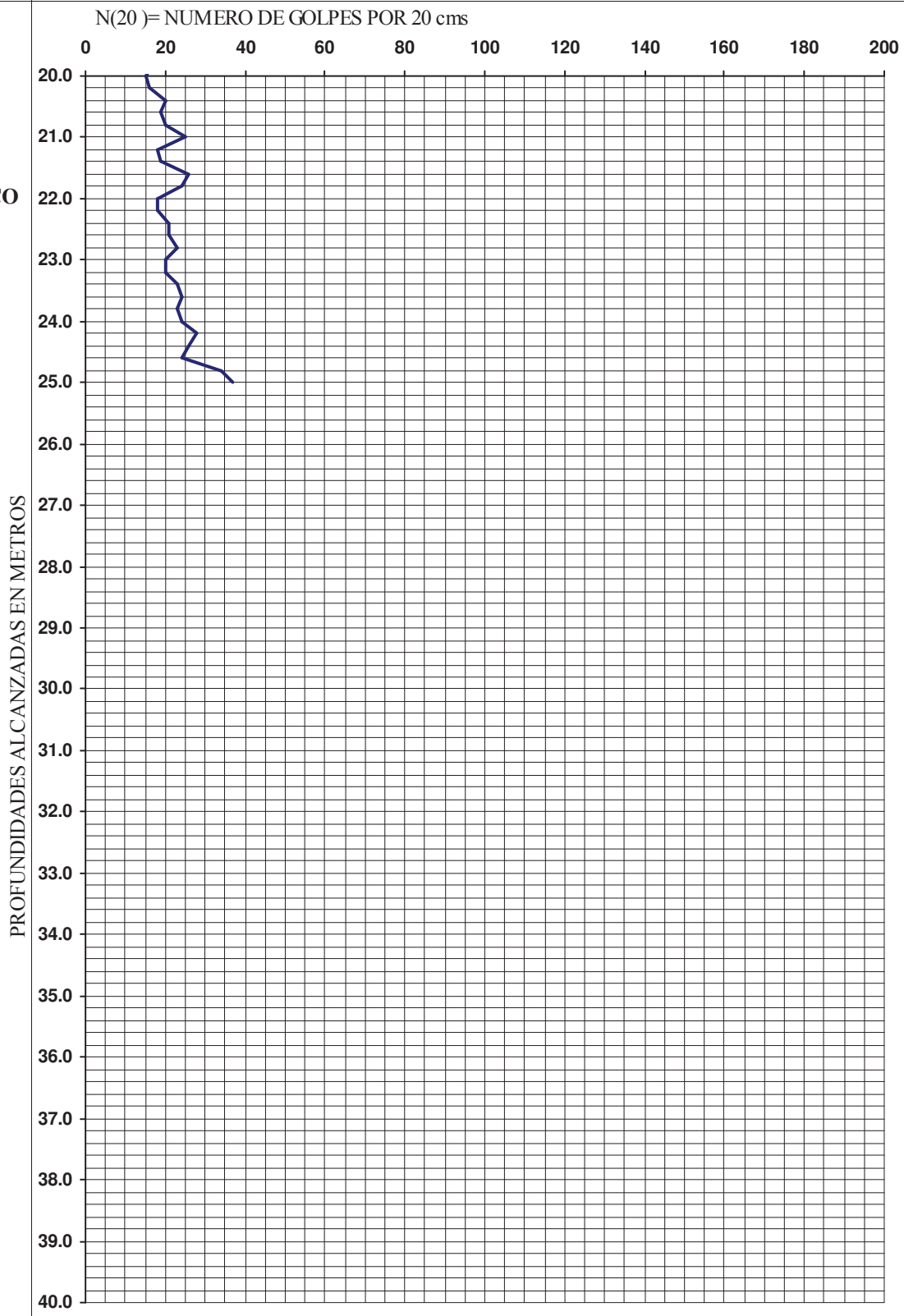
FECHA: 19/11/08

CERRADO:

M.

NIVEL FREATICO

M.



SONDISTA:

L.G. Mota

DIBUJA:

A. Lendínez

CONTROLA:

A. Lendínez

OBSERVACIONES

ANEJO nº 4

ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)	PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 4.50 - 5.10)				
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,732	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354309

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

APERTURA DE LA MUESTRA

ASTM-D-2487/00

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 1.0 Kg/cm².

L: 60.0 cm. D: 7.0 cm.

Nº DE MUESTRAS DIFERENCIADAS 1

MUESTRA	OBSERVACIONES Y DATOS COMPLEMENTARIOS DE LA MUESTRA
A 60.0 cm.	Textura arenosa gruesa con limos,sin nódulos,color grisacea.
B	
C	
D	

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 0.8 Kg/cm².

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 4.50 - 5.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,732	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354309

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

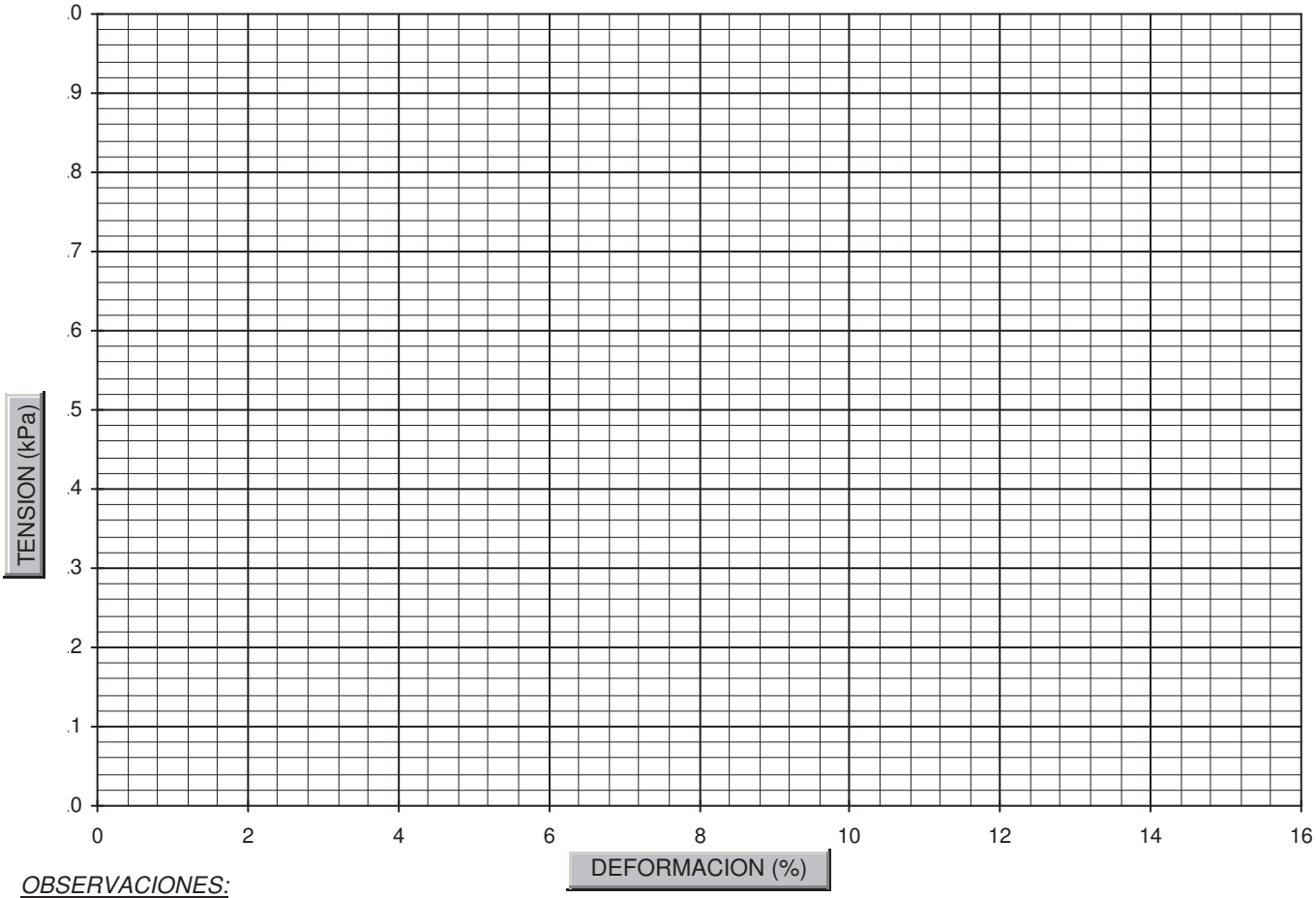
Hoja 2 de 2

RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE : MUESTRA - A

UNE-103400/93 UNE-103300/93 UNE-103301/94

DIAMETRO	7.0 cm	ALTURA	13.1 cm	AREA	38.5 cm²	VOLUMEN	504.1 cm³

DENSIDAD SECA	GR/CM³	1.70	CARGA	KN	
DENSIDAD HUMEDA O NATURAL	GR/CM³	2.03	RESISTENCIA	KPa	
HUMEDAD	%	19.5	DEFORMACION A LA ROTURA	%	0.0



OBSERVACIONES:

DATOS COMPLEMENTARIOS :

Δ σ	KPa		DEFORMACION UNITARIA	--------
			MODULO DE ELASTICIDAD	KPa
			DEFORMACION A LA ROTURA	MM

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

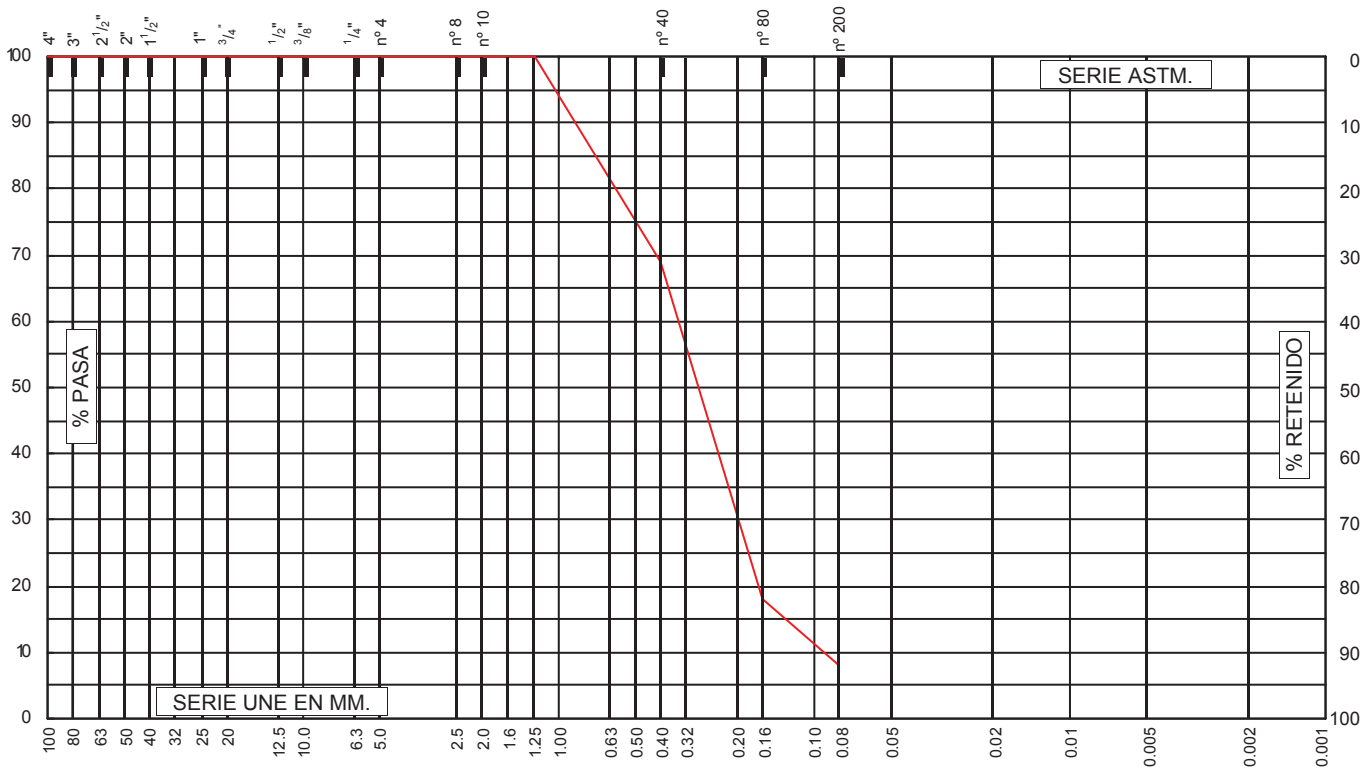
F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA			CLAVE	094/5800	F. TOMA 19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.			C.I.F.	A-28220168	F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)			CONSTRUCTOR	N/A		
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 4.50 - 5.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,732	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354673

Fecha Fin Ensayo : 18/12/08

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE-103101/95)



TAMICES	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5.0	2.0	1.25	0.40	0.16	0.080
% PASA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	69	18	8

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Granulometrico)

OBSERVACIONES: (Granulometrico)

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (UNE-103103/94)	
Media Límite Plástico (UNE-103104/93)	

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Límites Atterberg)

Indice de Plasticidad (UNE-103104/93)	N.P.

CLASIFICACION

Casagrande	SM-SP
H.R.B.	A3
Indice de Grupo	0

OBSERVACIONES: (Límites Atterberg)

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(02/06)B.2

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)	PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 4.50 - 5.10)				
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,732	

Fecha Fin Ensayo
18/12/08

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354674

Informe de ensayo

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO

(UNE 103.302/94)

Densidad relativa (Valor medio) = 2.710

OBSERVACIONES: _____

DATOS COMPLEMENTARIOS: _____

F-LGTL-09B.0

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA			CLAVE	094/5800	F. TOMA 19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.			C.I.F.	A-28220168	F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)			CONSTRUCTOR	N/A		
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 4.50 - 5.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,732	

Fecha Fin Ensayo 18/12/08

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354674

RESULTADOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS (UNE 103401/98)

CELULAS : ∅ = 50 mm , ALTURA MUESTRA = 25 mm ------ CORTE SIMPLE
DRENAJE : MUESTRA ENTRE DOS PIEDRAS POROSAS (K = _____mm/s)
CARGA VERTICAL : PALANCA 2º GENERO ---------PESAS CALIBRADAS (PRECISIÓN < 1 %)
SISTEMA DE CORTE : ELECTROMECANICO------- VELOCIDAD VARIABLE (0,01 a 1.2 mm/min)

CELULAS DE FUERZA UTILIZADAS PARA EL CORTE

UDS	I	II	III
Kgf	500	500	500

RESULTADOS	UDS	I	II	III
Humedad incial de la pastilla (probeta) w_i	%	18.7	20.7	18.9
Humedad final de la pastilla (probeta)	%	24.4	26.6	23.6
Densidad aparente o natural	gr/cm3	2.00	2.01	2.01
Densidad seca P_d	gr/cm3	1.68	1.67	1.69
Altura inicial de la probeta h	mm	25.00	25.00	25.00
Altura final de la probeta despues de la consolidación previa	mm	24.42	24.30	24.15
Densidad de las particulas P_s	gr/cm3	2.710		
Indice de huecos inicial $e_i = (P_s/P_d) - 1$	-----	0.61	0.63	0.61
Grado de Saturación $S_i = (W_i \times P_s) / e_i$	%	83.07	89.62	84.35
Indice de huecos final $e = e_i - (\Delta h / h) \times (1 + e_i)$	-----	0.57	0.58	0.55
TENSION VERTICAL CORREGIDA*	Kpa	109	211	320
ASIENTO MAXIMO (disminución espesor muestra) Δh	mm	0.584	0.701	0.847
TIEMPO DE CONSOLIDACION	h	24	24	24
TENSION DE CORTE MAXIMA	Kpa	161	242	414
DEFORMACION MAXIMA DE CORTE	mm	3.5	2.2	2.5

* Tensión vertical con corrección de área, asociada a la correspondiente tensión de corte máxima.

OBSERVACIONES: _____

DATOS COMPLEMENTARIOS:

F-LGTL-13C.2

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 4.50 - 5.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,732	

Fecha Fin Ensayo
18/12/08

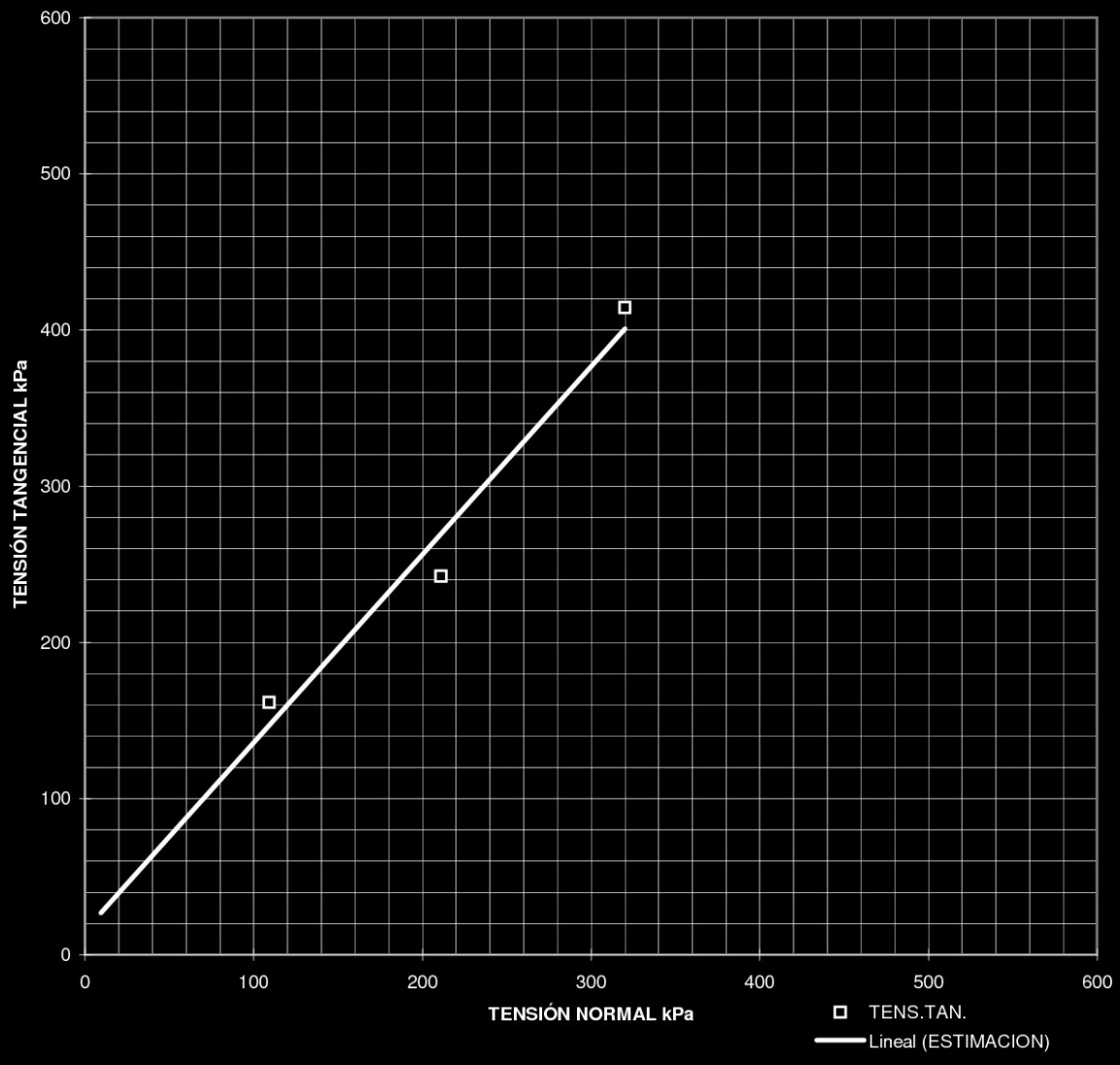
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354674

COHESIÓN

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS (UNE 103401/98)

TIPO DE ENSAYO: C.D. VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.024 mm/min

COHESIÓN: 16 kPa ÁNGULO ROZAMIENTO: 50º 17'



F-LGTL-13C.2

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 4.50 - 5.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA		221,732

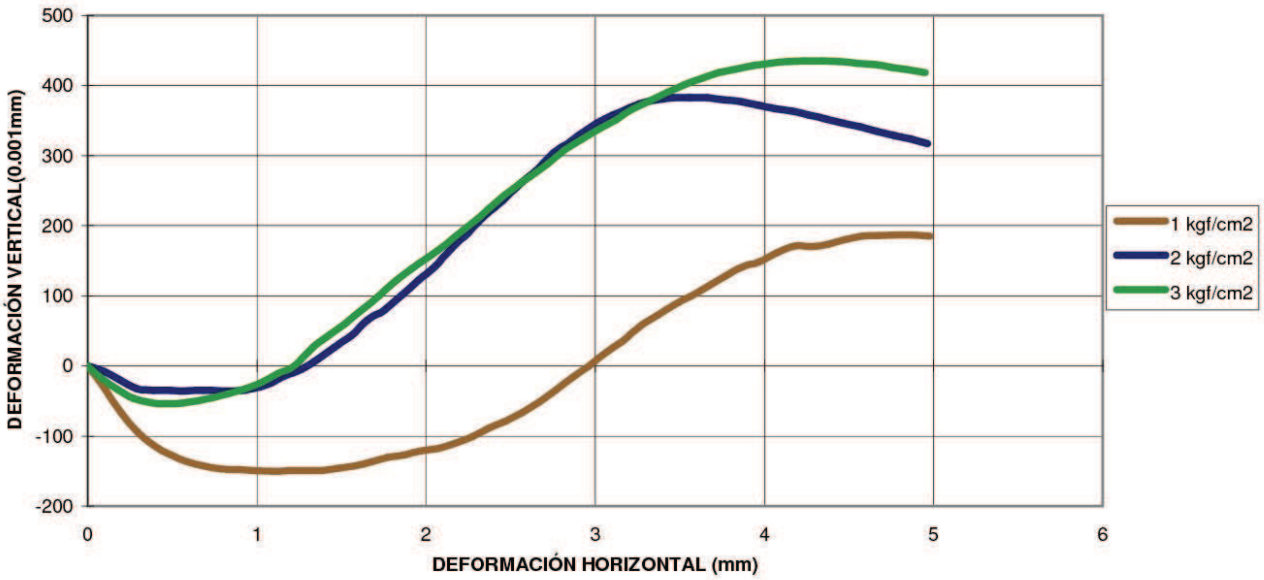
Fecha Fin Ensayo
18/12/08

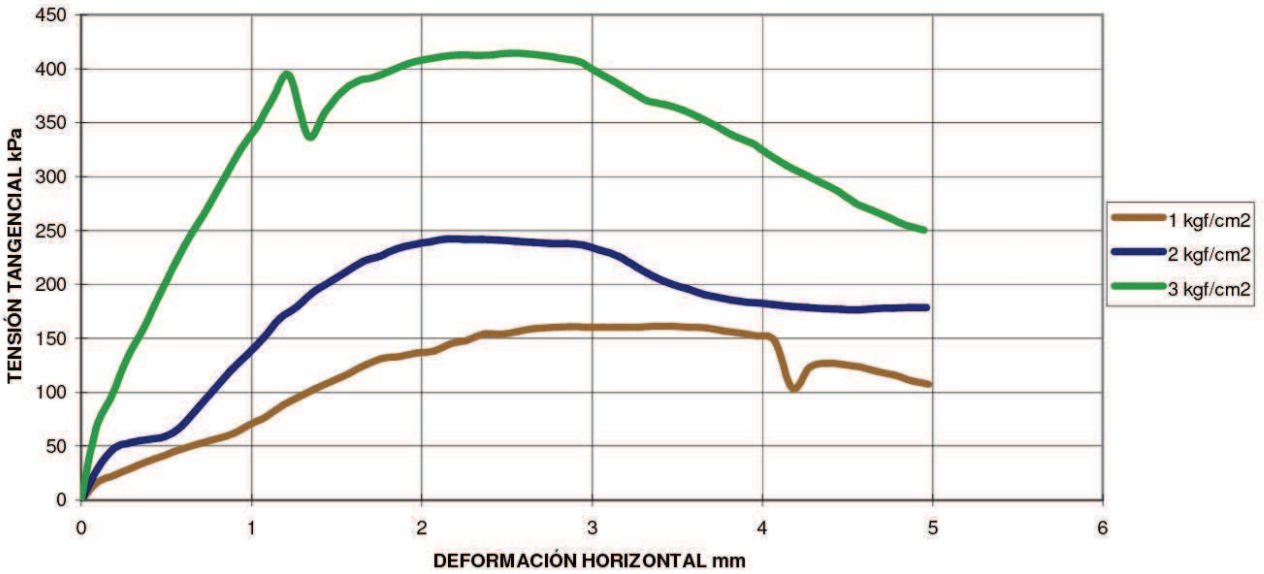
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354674

GRAFICAS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS (UNE 103401/98)

TIPO DE ENSAYO: C.D. VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.024 mm/min





F-LGTL-13C.2

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)	PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 4.50 - 5.10)				
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,732	

Fecha Fin Ensayo
23/12/08

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 355536

RESULTADO DE ENSAYO

ACIDEZ DE BAUMAN-GULLY

EHE. Anejo 5. Procedimiento 4.3.

Acidez de Bauman-Gully =	0	ml/Kg suelo seco secado al aire

OBSERVACIONES: _____

DATOS COMPLEMENTARIOS: _____

F-LGTL-04B.2

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 29 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION:

C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA)

Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97 e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

F-09-01C.0

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 4.50 - 5.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,732	

Fecha Fin Ensayo
23/12/08

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS Nº: 355537

DETERMINACIÓN DE SULFATO

DETERMINACION CUALITATIVA DEL CONTENIDO
EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO

PT-LQUI-02

Contenido en SO_4	<500	mg/Kg

OBSERVACIONES: _____

DATOS COMPLEMENTARIOS _____

F-LQUI-02B.0

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 29 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)	PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 7.50 - 8.10)				
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,733	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354310

Fecha Fin Ensayo : 15/12/08

APERTURA DE LA MUESTRA

ASTM-D-2487/00

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 0.3 Kg/cm².

L: 60.0 cm. D: 7.0 cm.

Nº DE MUESTRAS DIFERENCIADAS 1

MUESTRA	OBSERVACIONES Y DATOS COMPLEMENTARIOS DE LA MUESTRA
A 60.0 cm.	Textura arenosa gruesa con limos,sin nódulos. Color grisacea-marrón.
B	
C	
D	

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 2.5 Kg/cm².

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 7.50 - 8.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,733	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354310

Fecha Fin Ensayo : 15/12/08

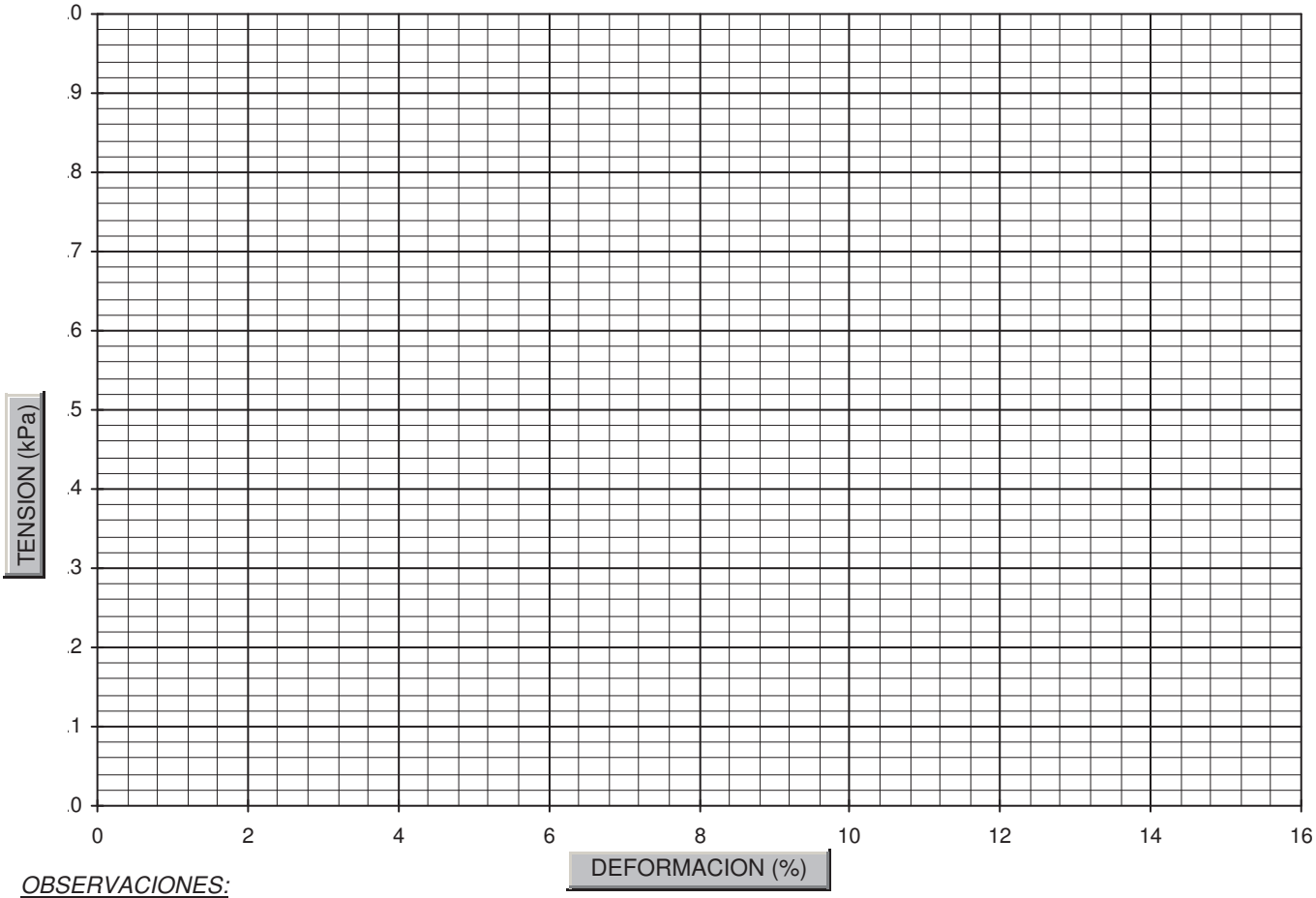
Hoja 2 de 2

RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE : MUESTRA - A

UNE-103400/93 UNE-103300/93 UNE-103301/94

DIAMETRO	7.0 cm	ALTURA	60.0 cm	AREA	38.5 cm²	VOLUMEN	2309.1 cm³

DENSIDAD SECA	GR/CM³		CARGA	KN	
DENSIDAD HUMEDA O NATURAL	GR/CM³		RESISTENCIA	KPa	
HUMEDAD	%		DEFORMACION A LA ROTURA	%	0.0



OBSERVACIONES:

DATOS COMPLEMENTARIOS :

Δ σ	KPa		DEFORMACION UNITARIA	--------
			MODULO DE ELASTICIDAD	KPa
			DEFORMACION A LA ROTURA	MM

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

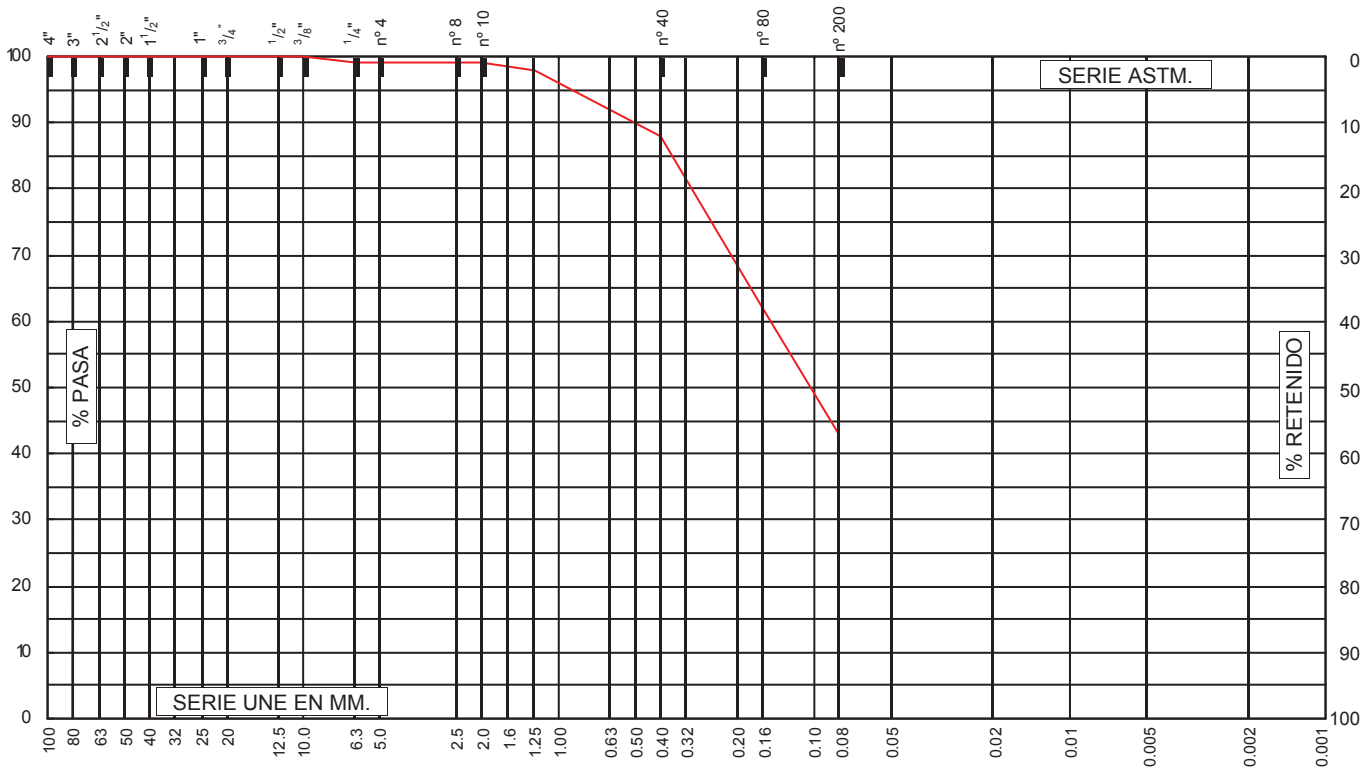
MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA			CLAVE	094/5800	F. TOMA 19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.			C.I.F.	A-28220168	F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)			CONSTRUCTOR	N/A		
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 7.50 - 8.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,733	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354675

Fecha Fin Ensayo : 18/12/08

Hoja 1 de 1

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE-103101/95)



TAMICES	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5.0	2.0	1.25	0.40	0.16	0.080
% PASA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	98	88	62	43

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Granulometrico)

OBSERVACIONES: (Granulometrico)

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (UNE-103103/94)	
Media Límite Plástico (UNE-103104/93)	

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Límites Atterberg)

Indice de Plasticidad (UNE-103104/93)	N.P.

CLASIFICACION

Casagrande	SM
H.R.B.	A4
Indice de Grupo	2

OBSERVACIONES: (Límites Atterberg)

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(02/06)B.2

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 7.50 - 8.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA		221,733

Fecha Fin Ensayo
18/12/08

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354676

Informe de ensayo

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO

(UNE 103.302/94)

Densidad relativa (Valor medio) = 2.722

OBSERVACIONES: _____

DATOS COMPLEMENTARIOS: _____

F-LGTL-09B.0

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 7.50 - 8.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA		221,733

Fecha Fin Ensayo
18/12/08

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354676

RESULTADOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS (UNE 103401/98)

CELULAS : ∅ = 50 mm , ALTURA MUESTRA = 25 mm ------ CORTE SIMPLE
DRENAJE : MUESTRA ENTRE DOS PIEDRAS POROSAS (K = _____mm/s)
CARGA VERTICAL : PALANCA 2º GENERO ---------PESAS CALIBRADAS (PRECISIÓN < 1 %)
SISTEMA DE CORTE : ELECTROMECANICO------- VELOCIDAD VARIABLE (0,01 a 1.2 mm/min)

CELULAS DE FUERZA UTILIZADAS PARA EL CORTE

UDS	I	II	III
Kgf	500	500	500

RESULTADOS	UDS	I	II	III
Humedad incial de la pastilla (probeta) w_i	%	16.4	15.8	15.8
Humedad final de la pastilla (probeta)	%	20.3	17.4	18.1
Densidad aparente o natural	gr/cm3	2.01	2.04	2.01
Densidad seca P_d	gr/cm3	1.72	1.76	1.74
Altura inicial de la probeta h	mm	25.00	25.00	25.00
Altura final de la probeta despues de la consolidación previa	mm	24.42	24.29	24.13
Densidad de las particulas P_s	gr/cm3	2.722		
Indice de huecos inicial $e_i = (P_s/P_d) - 1$	-----	0.58	0.54	0.56
Grado de Saturación $S_i = (W_i \times P_s) / e_i$	%	77.34	79.22	75.94
Indice de huecos final $e = e_i - (\Delta h / h) \times (1 + e_i)$	-----	0.54	0.50	0.51
TENSION VERTICAL CORREGIDA*	Kpa	109	217	319
ASIENTO MAXIMO (disminución espesor muestra) Δh	mm	0.583	0.712	0.875
TIEMPO DE CONSOLIDACION	h	24	24	24
TENSION DE CORTE MAXIMA	Kpa	127	242	370
DEFORMACION MAXIMA DE CORTE	mm	3.4	3.2	2.3

* Tensión vertical con corrección de área, asociada a la correspondiente tensión de corte máxima.

OBSERVACIONES: _____

DATOS COMPLEMENTARIOS:

F-LGTL-13C.2

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 7.50 - 8.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,733	

Fecha Fin Ensayo
18/12/08

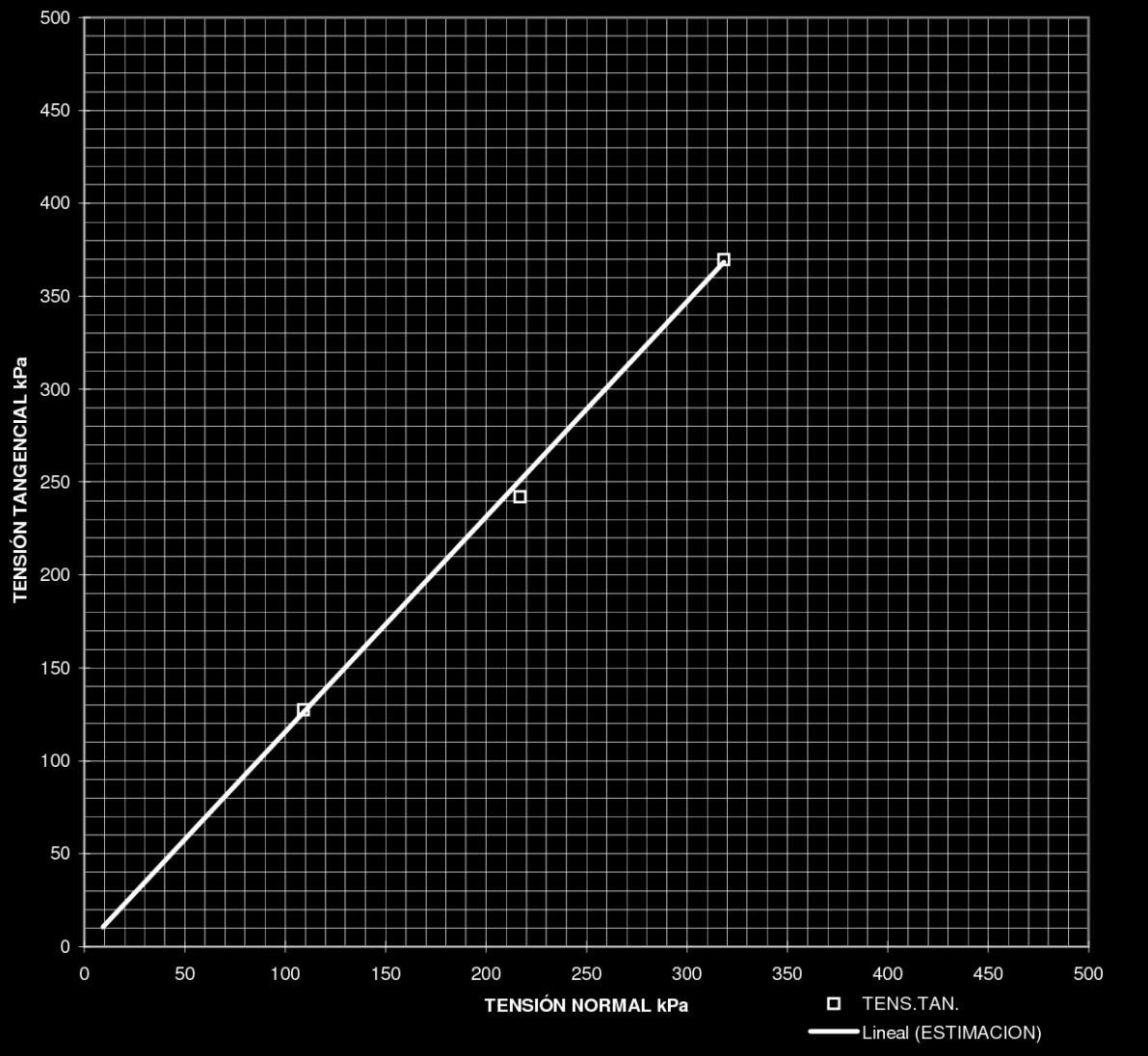
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354676

COHESIÓN

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS (UNE 103401/98)

TIPO DE ENSAYO: C.D. VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.024 mm/min

COHESIÓN: 0 kPa ÁNGULO ROZAMIENTO: 49º 9'



F-LGTL-13C.2

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 7.50 - 8.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA		221,733

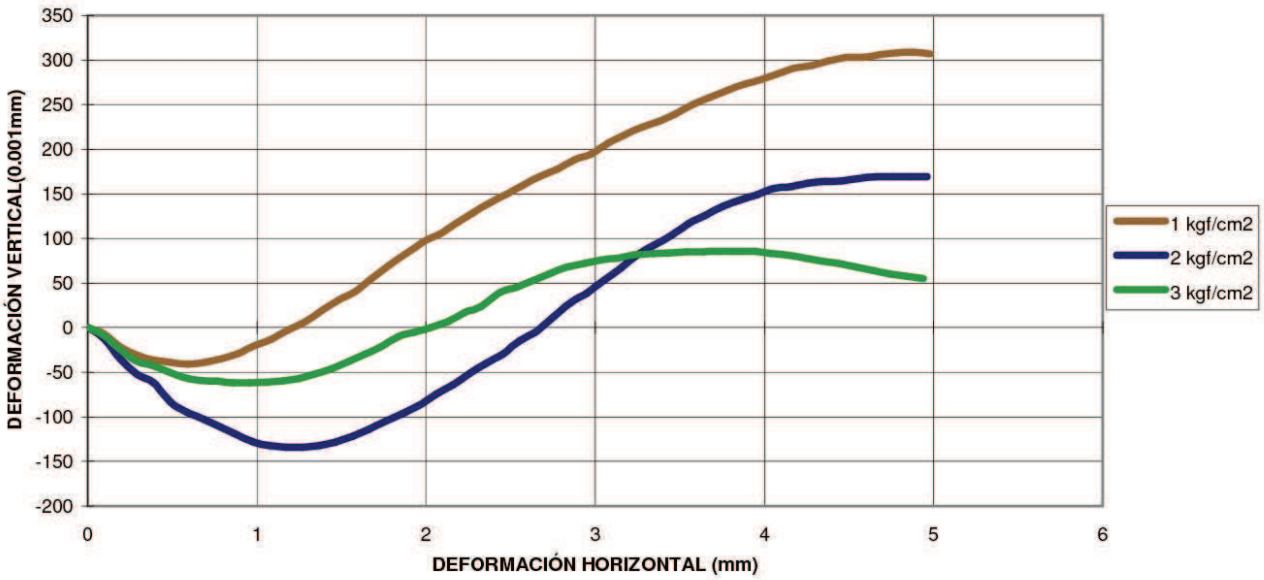
Fecha Fin Ensayo
18/12/08

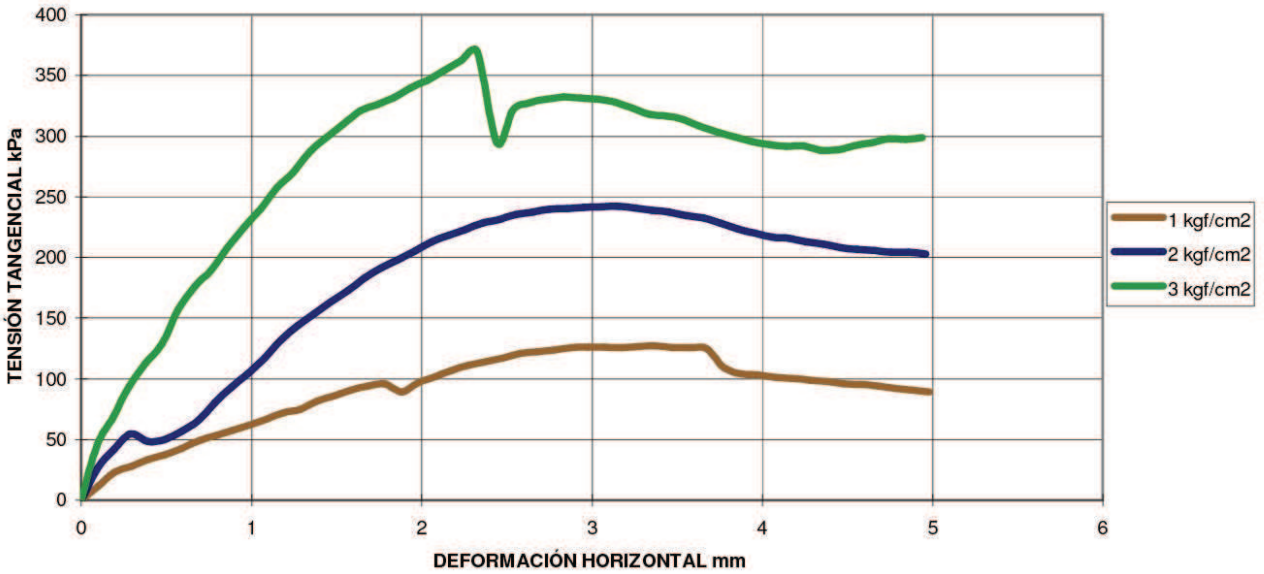
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354676

GRAFICAS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS (UNE 103401/98)

TIPO DE ENSAYO: C.D. VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.024 mm/min





F-LGTL-13C.2

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:54)	PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 10.50 - 11.10)				
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,734	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354311

Fecha Fin Ensayo : 15/12/08

APERTURA DE LA MUESTRA

ASTM-D-2487/00

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 1.4 Kg/cm².

L: 54.0 cm. D: 7.0 cm.

Nº DE MUESTRAS DIFERENCIADAS 1

MUESTRA	OBSERVACIONES Y DATOS COMPLEMENTARIOS DE LA MUESTRA
A 54.0 cm.	Textura arenosa gruesa con limos,sin nódulos,color grisacea.
B	
C	
D	

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 1.2 Kg/cm².

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:54)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 10.50 - 11.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,734	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354311

Fecha Fin Ensayo : 15/12/08

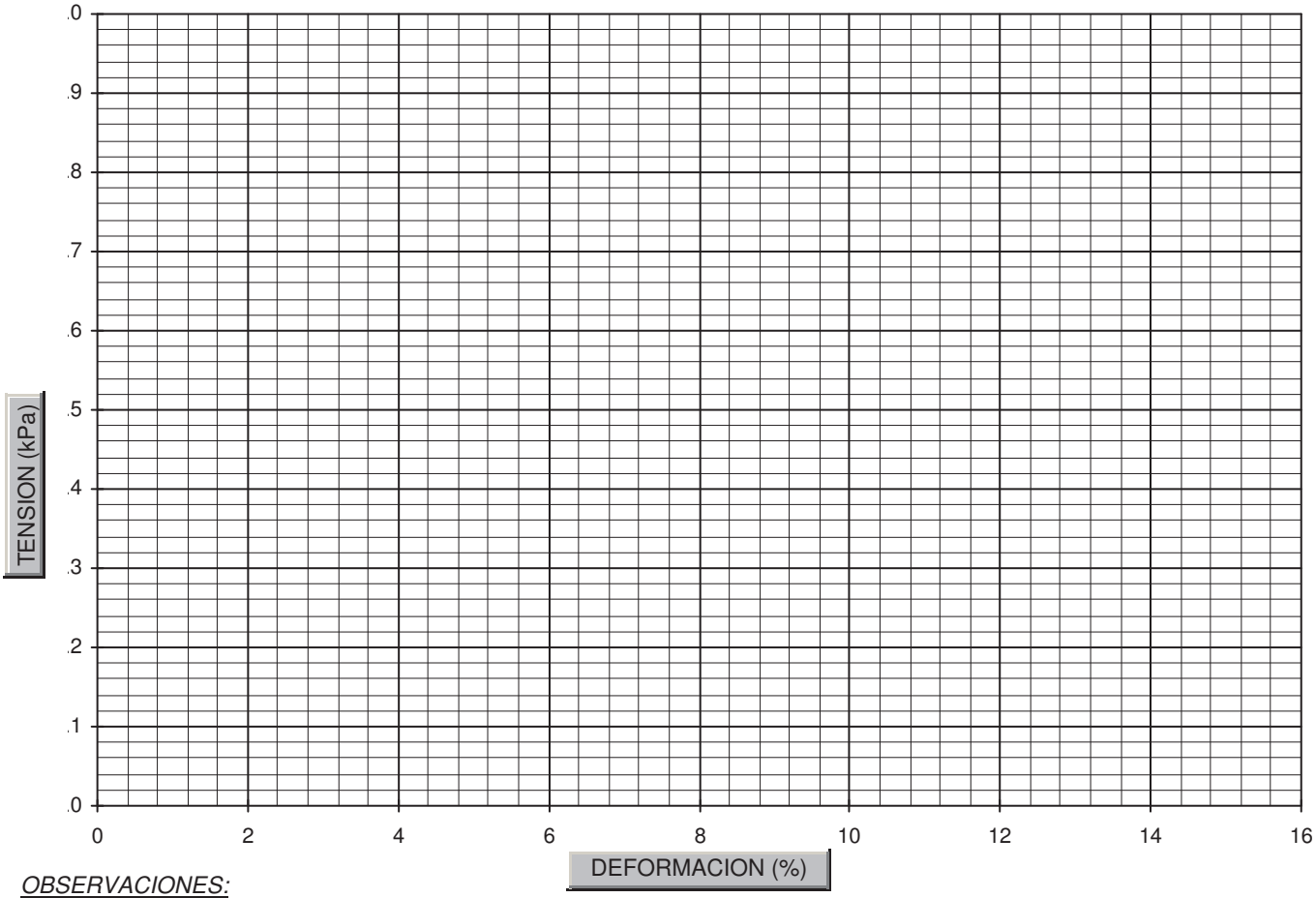
Hoja 2 de 2

RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE : MUESTRA - A

UNE-103400/93 UNE-103300/93 UNE-103301/94

DIAMETRO	7.0 cm	ALTURA	54.0 cm	AREA	38.5 cm²	VOLUMEN	2078.2 cm³

DENSIDAD SECA	GR/CM³		CARGA	KN	
DENSIDAD HUMEDA O NATURAL	GR/CM³		RESISTENCIA	KPa	
HUMEDAD	%		DEFORMACION A LA ROTURA	%	0.0



OBSERVACIONES:

DATOS COMPLEMENTARIOS :

Δ σ	KPa		DEFORMACION UNITARIA	--------
			MODULO DE ELASTICIDAD	KPa
			DEFORMACION A LA ROTURA	MM

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

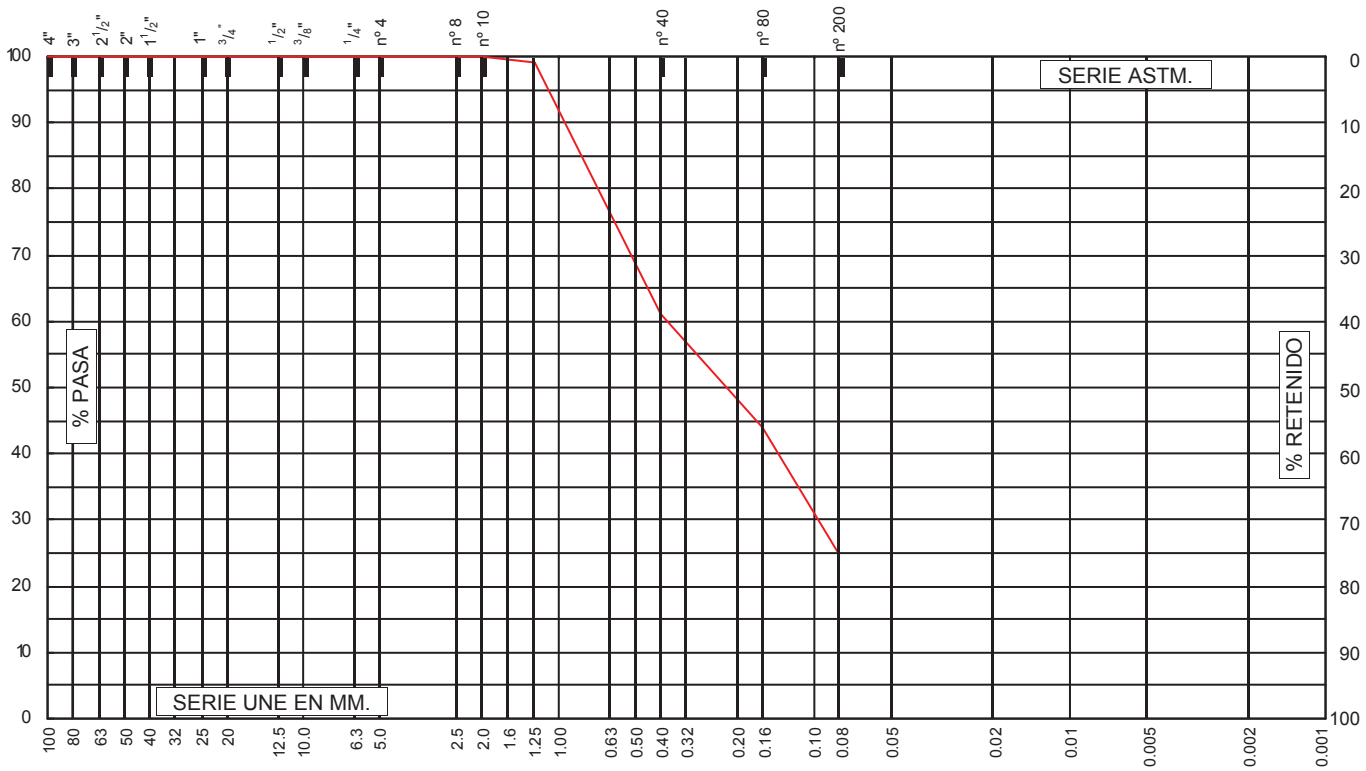
F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA			CLAVE	094/5800	F. TOMA 19/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.			C.I.F.	A-28220168	F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)			CONSTRUCTOR	N/A		
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:54)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 10.50 - 11.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,734	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354768

Fecha Fin Ensayo : 18/12/08

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE-103101/95)



TAMICES	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5.0	2.0	1.25	0.40	0.16	0.080
% PASA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	61	44	25

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Granulometrico)

OBSERVACIONES: (Granulometrico)

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (UNE-103103/94)	
Media Límite Plástico (UNE-103104/93)	

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Límites Atterberg)

Indice de Plasticidad (UNE-103104/93)	N.P.

CLASIFICACION

Casagrande	SM
H.R.B.	A2-4
Indice de Grupo	0

OBSERVACIONES: (Límites Atterberg)

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(02/06)B.2

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)	PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 13.50 - 14.10)				
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,735	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354312

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

APERTURA DE LA MUESTRA

ASTM-D-2487/00

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 0.6 Kg/cm².

L: 60.0 cm. D: 7.5 cm.

Nº DE MUESTRAS DIFERENCIADAS 1

MUESTRA	OBSERVACIONES Y DATOS COMPLEMENTARIOS DE LA MUESTRA
A 60.0 cm.	Textura arenosa limosa sin nódulos, color grisacea.
B	
C	
D	

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 1.0 Kg/cm².

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 13.50 - 14.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,735	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354312

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

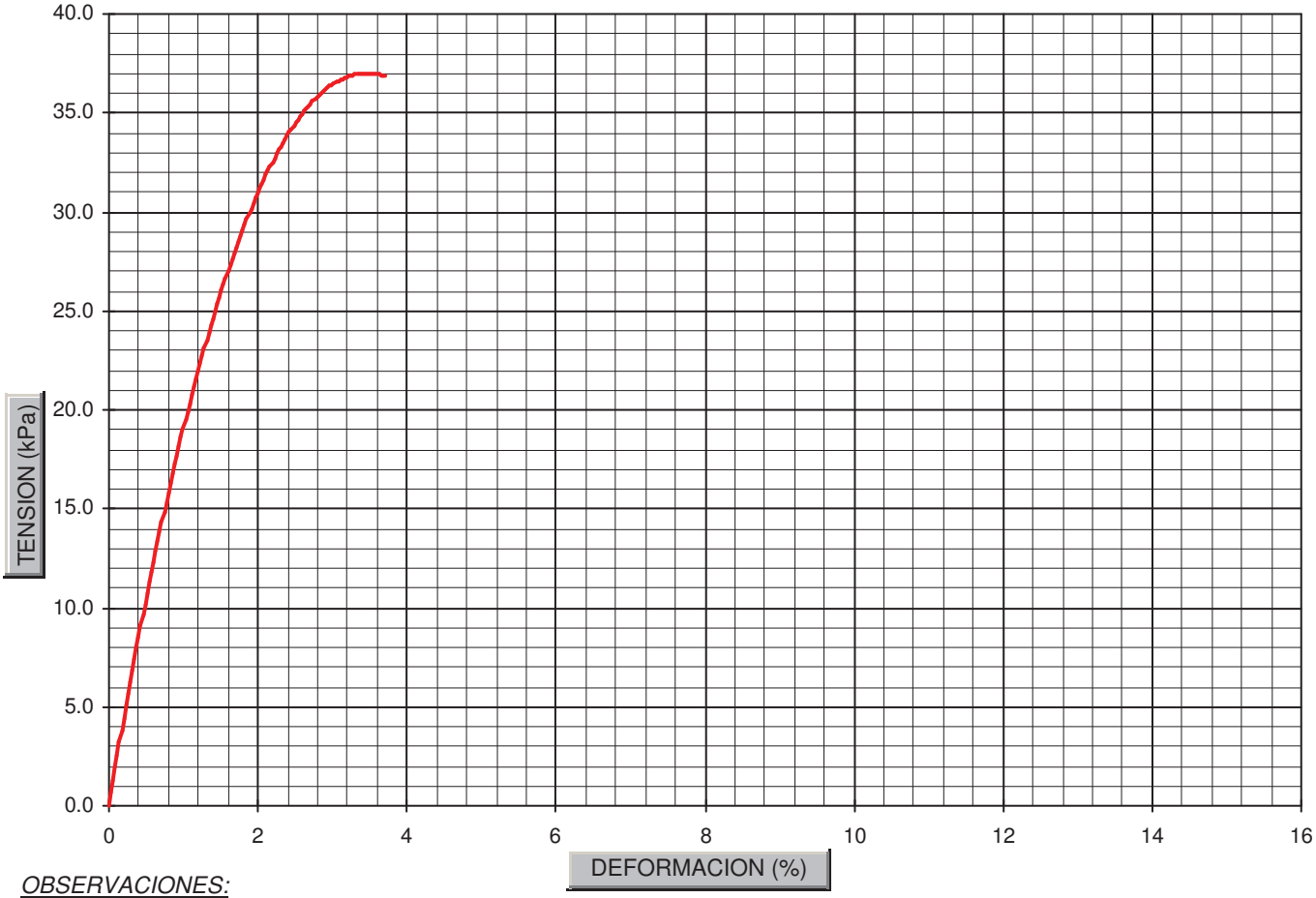
Hoja 2 de 2

RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE : MUESTRA - A

UNE-103400/93 UNE-103300/93 UNE-103301/94

DIAMETRO	7.5 cm	ALTURA	13.5 cm	AREA	44.2 cm²	VOLUMEN	596.4 cm³

DENSIDAD SECA	GR/CM³	1.62	CARGA	KN	0.17
DENSIDAD HUMEDA O NATURAL	GR/CM³	2.01	RESISTENCIA	KPa	35
HUMEDAD	%	24.6	DEFORMACION A LA ROTURA	%	3.7



OBSERVACIONES:

DATOS COMPLEMENTARIOS :

Δ σ	KPa		DEFORMACION UNITARIA	--------
			MODULO DE ELASTICIDAD	KPa
			DEFORMACION A LA ROTURA	MM 5.0

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

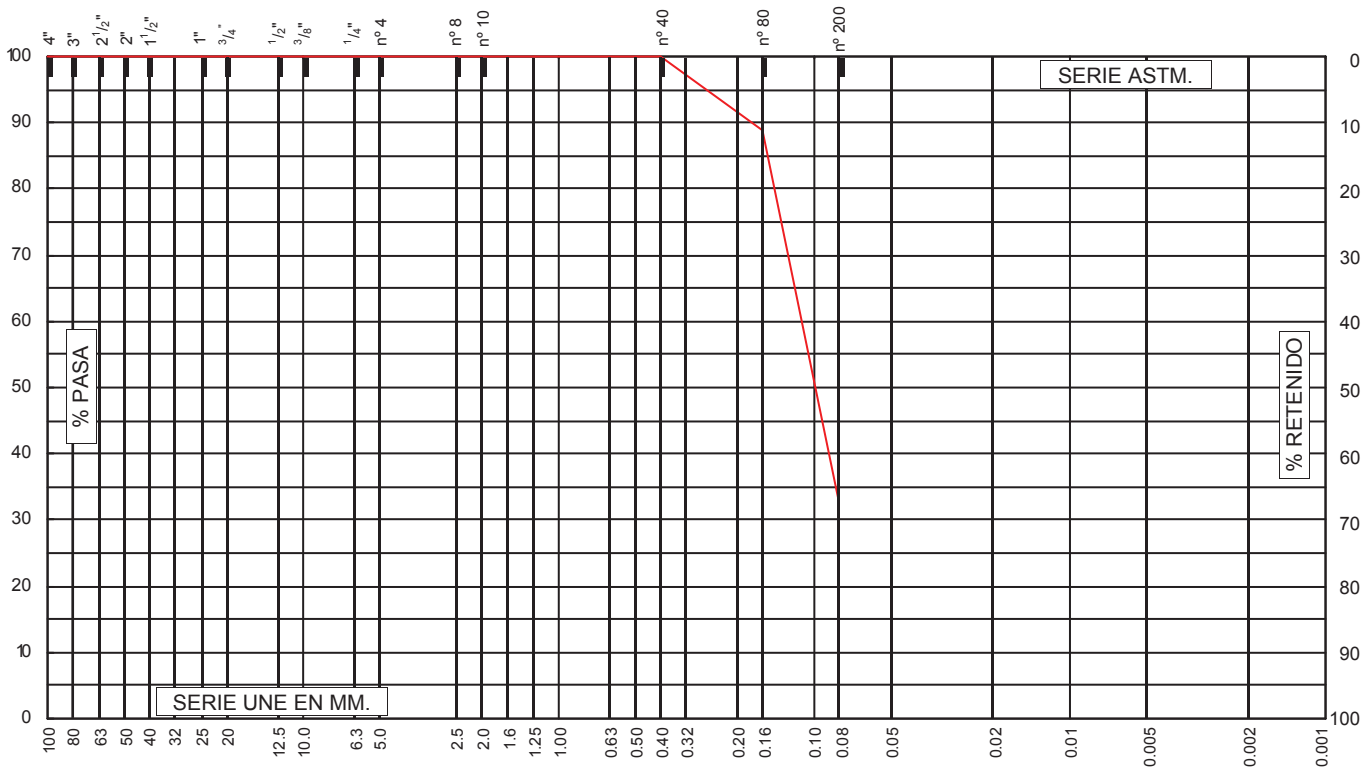
F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA			CLAVE	094/5800	F. TOMA 20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.			C.I.F.	A-28220168	F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)			CONSTRUCTOR	N/A		
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 13.50 - 14.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,735	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354769

Fecha Fin Ensayo : 18/12/08

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE-103101/95)



TAMICES	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5.0	2.0	1.25	0.40	0.16	0.080
% PASA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	89	33

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Granulometrico)

OBSERVACIONES: (Granulometrico)

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (UNE-103103/94)	
Media Límite Plástico (UNE-103104/93)	

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Límites Atterberg)

Indice de Plasticidad (UNE-103104/93)	N.P.

CLASIFICACION

Casagrande	SM
H.R.B.	A2-4
Indice de Grupo	0

OBSERVACIONES: (Límites Atterberg)

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(02/06)B.2

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 13.50 - 14.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,735	

Fecha Fin Ensayo
17/12/08

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354770

RESULTADOS

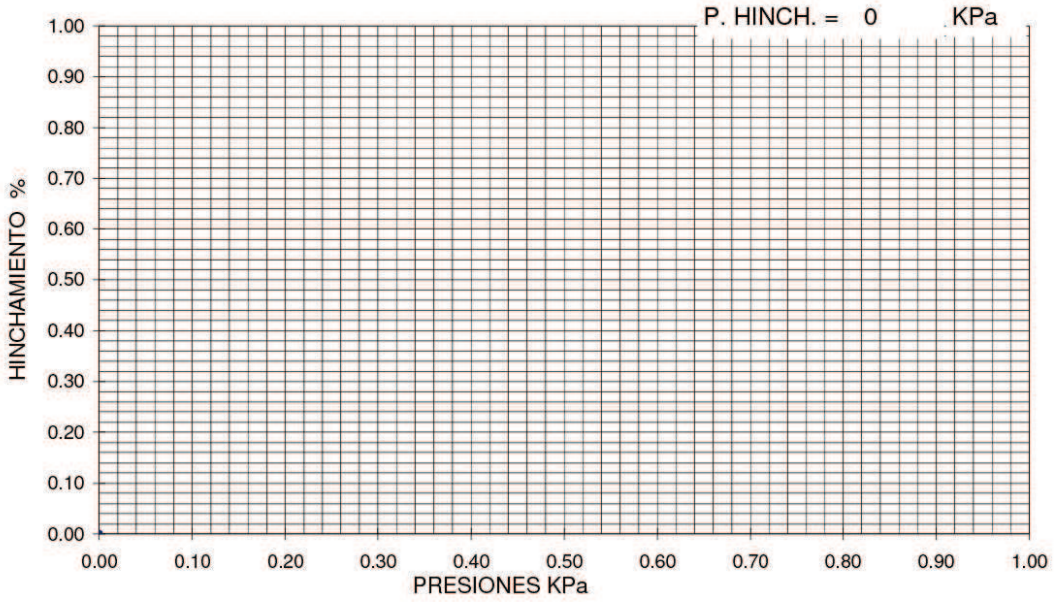
INFORME DEL RESULTADO DEL ENSAYO DE HINCHAMIENTO (UNE 103.602-96)

APARATO = EDOMETRO CON ANILLO PORTAMUESTRAS DE D = 50 mm Y ALTURA = 12 mm.
SISTEMA DE CARGA = MECANICO MEDIANTE PALANCA 2.º GENERO Y PESAS CALIBRADAS
SISTEMA DE MEDIDA = EXTENSOMETRO CON SENSIBILIDAD DE d = 0.001 mm

IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

HUMEDAD INICIAL	%	21.29	DENSIDAD APARENTE O NATURAL	gr/cm^3	1.93
HUMEDAD FINAL	%	25.16	DENSIDAD SECA	gr/cm^3	1.59

GRAFICO PRESION - HINCHAMIENTO



OBSERVACIONES:

DATOS COMPLEMENTARIOS:

F-LGTL-15B.0

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)	PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 17.50 - 18.10)				
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,736	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354313

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

APERTURA DE LA MUESTRA

ASTM-D-2487/00

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 0.1 Kg/cm².

L: 60.0 cm. D: 7.5 cm.

Nº DE MUESTRAS DIFERENCIADAS 1

MUESTRA	OBSERVACIONES Y DATOS COMPLEMENTARIOS DE LA MUESTRA
A 60.0 cm.	Textura limosa sin nódulos, color grisaceo.
B	
C	
D	

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 0.3 Kg/cm².

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 17.50 - 18.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,736	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354313

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

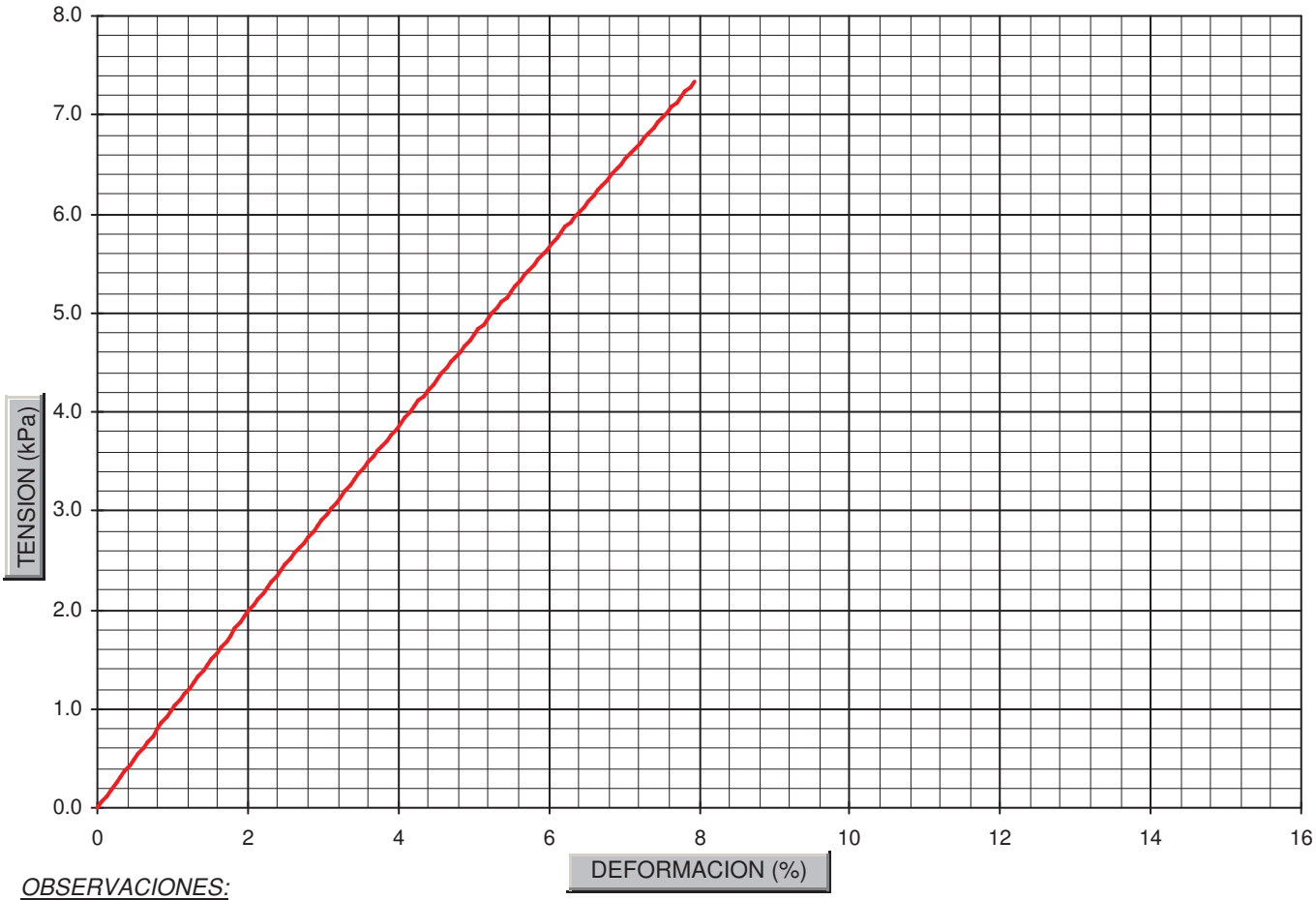
Hoja 2 de 2

RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE : MUESTRA - A

UNE-103400/93 UNE-103300/93 UNE-103301/94

DIAMETRO	7.5 cm	ALTURA	12.6 cm	AREA	44.2 cm²	VOLUMEN	556.7 cm³

DENSIDAD SECA	GR/CM³	1.42	CARGA	KN	0.04
DENSIDAD HUMEDA O NATURAL	GR/CM³	1.79	RESISTENCIA	KPa	5
HUMEDAD	%	26.2	DEFORMACION A LA ROTURA	%	7.9



OBSERVACIONES:

DATOS COMPLEMENTARIOS :

Δ σ	KPa		DEFORMACION UNITARIA	--------
			MODULO DE ELASTICIDAD	KPa
			DEFORMACION A LA ROTURA	MM 10.0

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

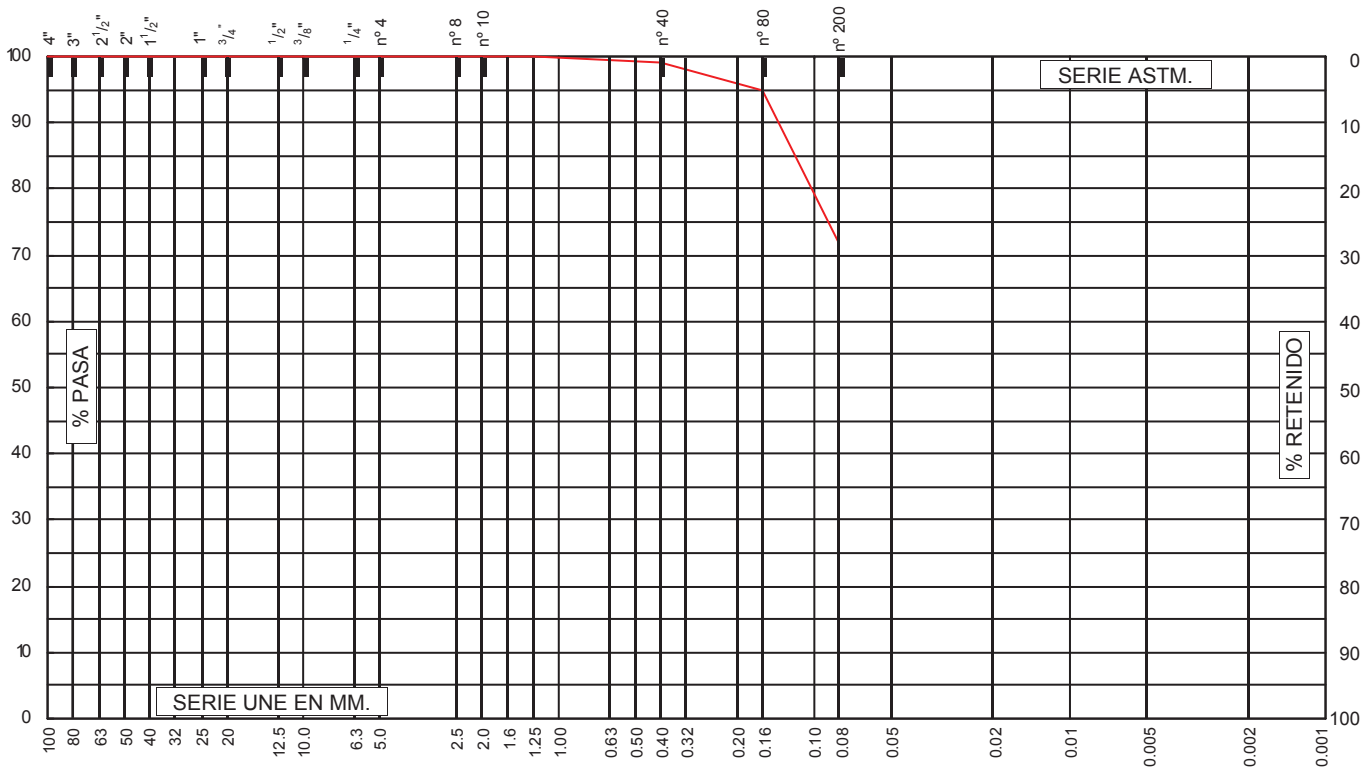
MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA			CLAVE	094/5800	F. TOMA 20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.			C.I.F.	A-28220168	F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)			CONSTRUCTOR	N/A		
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)		PROCEDENCIA	220666 (SR-1; 17.50 - 18.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,736	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354771

Fecha Fin Ensayo : 18/12/08

Hoja 1 de 1

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE-103101/95)



TAMICES	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5.0	2.0	1.25	0.40	0.16	0.080
% PASA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	95	72

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Granulometrico)

OBSERVACIONES: (Granulometrico)

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (UNE-103103/94)	
Media Límite Plástico (UNE-103104/93)	

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Límites Atterberg)

Indice de Plasticidad (UNE-103104/93)	N.P.

CLASIFICACION

Casagrande	ML
H.R.B.	A4
Indice de Grupo	7

OBSERVACIONES: (Límites Atterberg)

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(02/06)B.2

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

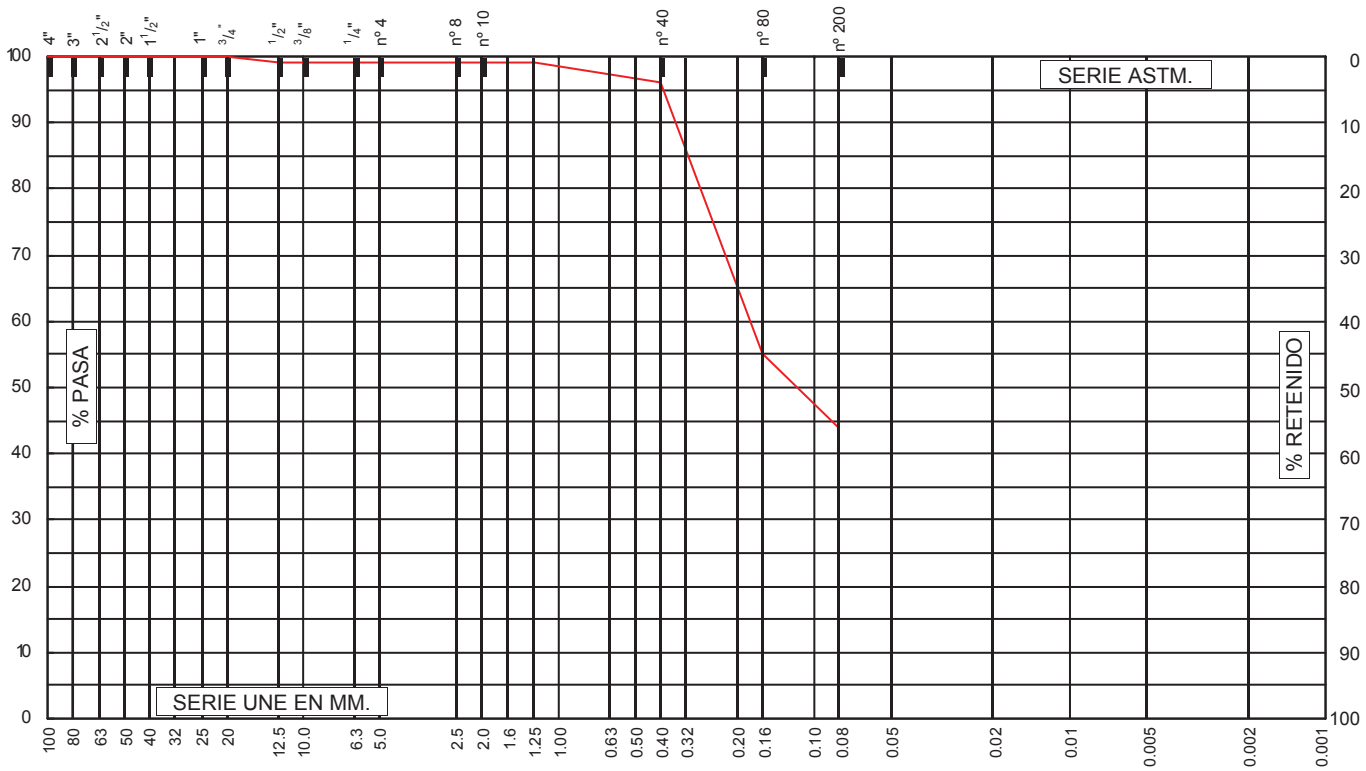
MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA			CLAVE	094/5800	F. TOMA 20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.			C.I.F.	A-28220168	F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)			CONSTRUCTOR	N/A		
TIPO MATERIAL	SUELOS		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 3.00 - 3.60)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,737	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354772

Fecha Fin Ensayo : 18/12/08

Hoja 1 de 1

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE-103101/95)



TAMICES	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5.0	2.0	1.25	0.40	0.16	0.080
% PASA	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	96	55	44

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Granulometrico)

Textura arenosa limosa sin nódulos. Color marrón.

OBSERVACIONES: (Granulometrico)

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (UNE-103103/94)	
Media Límite Plástico (UNE-103104/93)	

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Límites Atterberg)

Indice de Plasticidad (UNE-103104/93)	N.P.

CLASIFICACION

Casagrande	SM
H.R.B.	A4
Indice de Grupo	2

OBSERVACIONES: (Límites Atterberg)

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(02/06)B.2

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION:

C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA)

Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97 e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

F-09-01C.0

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 3.00 - 3.60)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA		221,737

Fecha Fin Ensayo
23/12/08

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS Nº: 355539

LOS RESULTADOS SOLO SE REFIEREN A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO

ESTE INFORME DE RESULTADOS SOLO PUEDE SER REPRODUCIDO CON AUTORIZACION DEL LABORATORIO

DETERMINACIÓN DE SULFATO

DETERMINACION CUALITATIVA DEL CONTENIDO
EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO

PT-LQUI-02

Contenido en SO_4	<500	mg/Kg

OBSERVACIONES: _____

DATOS COMPLEMENTARIOS _____

F-LQUI-02B.0

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 29 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS	PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 3.00 - 3.60)				
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,737	

Fecha Fin Ensayo
23/12/08

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 355538

RESULTADO DE ENSAYO

ACIDEZ DE BAUMAN-GULLY

EHE. Anejo 5. Procedimiento 4.3.

Acidez de Bauman-Gully =	0	ml/Kg suelo seco secado al aire

OBSERVACIONES: _____

DATOS COMPLEMENTARIOS: _____

F-LGTL-04B.2

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 29 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO
(UNE 103.101)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

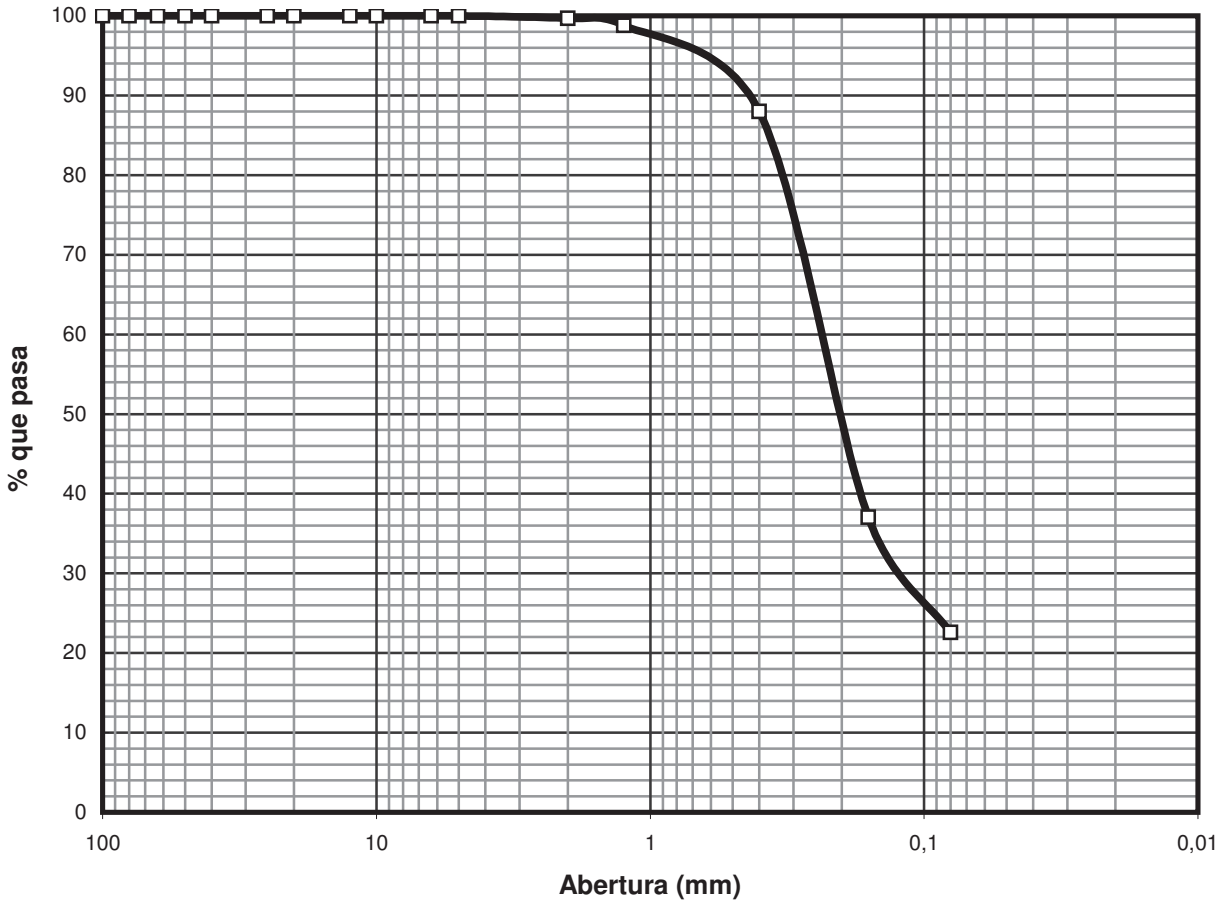
CDIAM-EnsyGRT (20040925)

CLIENTE: SEG,S.A.
TRABAJO: O.T.N. 08120
INDICATIVO: 08931 **LABORANTE:** Elena Buitrago
MUESTRA: 221738 SR-2 4,50-5,10 **FECHA:** 05/01/09

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum.(g)	Ret. Tot. Acum.(g)	Pasa total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			157,00	100,00	
80			157,00	100,00	
63			157,00	100,00	
50			157,00	100,00	
40			157,00	100,00	
25			157,00	100,00	
20			157,00	100,00	
12,5		0,00	157,00	100,00	
10		0,00	157,00	100,00	
6,3		0,00	157,00	100,00	
5		0,00	157,00	100,00	
2	0,49	0,49	156,51	99,69	
1,25	1,42	1,91	155,09	98,78	
0,4	18,40	18,89	138,11	87,97	
0,16	98,33	98,82	58,18	37,06	
0,08	121,06	121,55	35,45	22,58	

Representación gráfica



Observaciones:

DETERMINACIÓN NO PLASTICIDAD
(UNE 103104)

CLIENTE:	S.E.G, S.A
TRABAJO:	O.T.N: 08120
INDICATIVO:	08931
FECHA:	12/01/09

Resultado de muestra

MUESTRA	NO PLASTICIDAD
221738 SR-2 4.50-5.10	NO PLASTICO

TRIAXIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsyTRS (20030721)

CLIENTE:	SEG, S.A,				
TRABAJO:	O.T.N. 08120				
INDICATIVO:	08931	**LABORANTE:**	Elena Buitrago		
MUESTRA:	221738 SR-2 4,50-5,10	**FECHA:**	12/01/09		Hoja 1 de 2

Tipo de ensayo triaxial

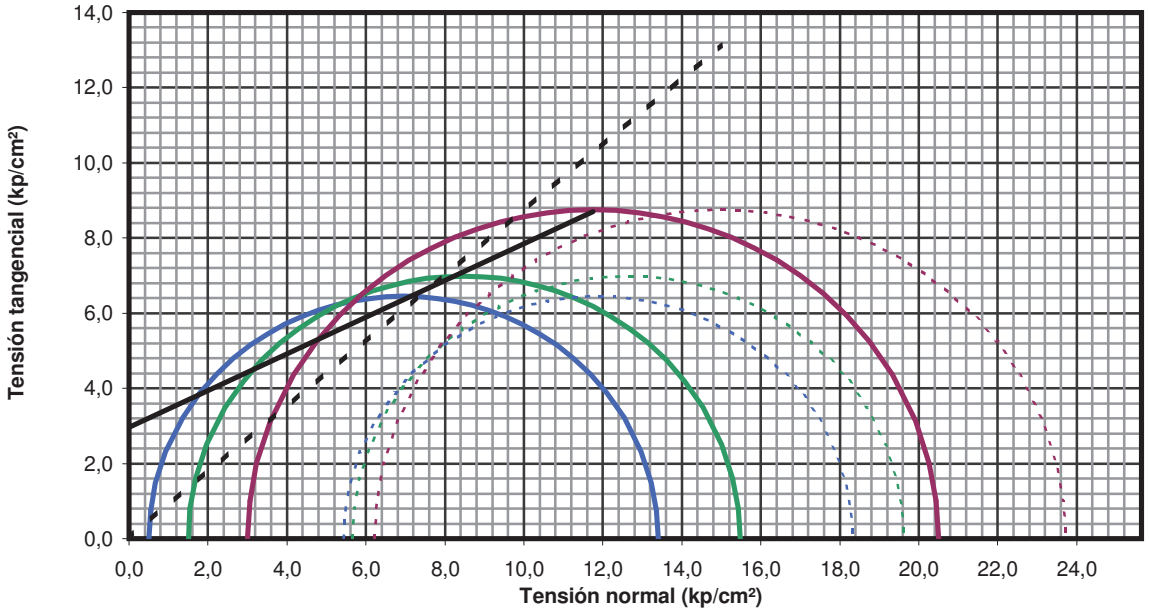
Consolidado sin drenaje y con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Inalterada
Velocidad del ensayo 0,038 mm/min.

Datos generales	I	II	III
Presión externa (kp/cm²):	6,50	7,50	9,00
Presión de cola (kp/cm²):	6,00	6,00	6,00
Diámetro (cm):	3,82	3,82	3,82
Altura (cm):	7,58	7,58	7,58
Humedad inicial (%):	23,70	23,47	22,27
Humedad final (%):	23,07	21,17	21,22
Densidad seca (g/cm³):	1,739	1,698	1,788

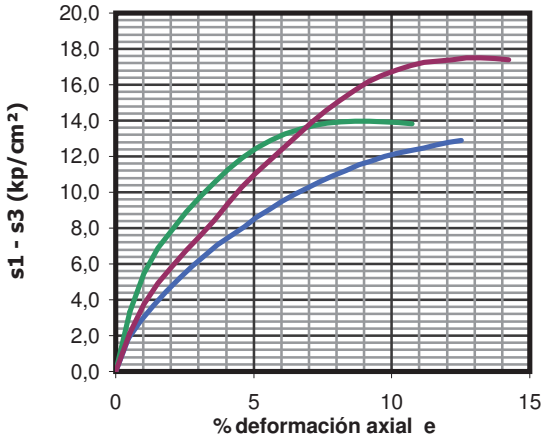
Interpretación	Totales	Efectivas
Cohesión (kp/cm²):	**2,97**	**0,00**
Fricción (º):	**29,26**	**48,31**
Pendiente:	0,56	1,12

Datos rotura	I	II	III	I'	II'	III'
(s1+s3)/2 (kp/cm²):	6,95	8,49	11,75	11,88	12,64	14,97
(s1-s3)/2 (kp/cm²):	6,45	6,99	8,75	6,45	6,99	8,75

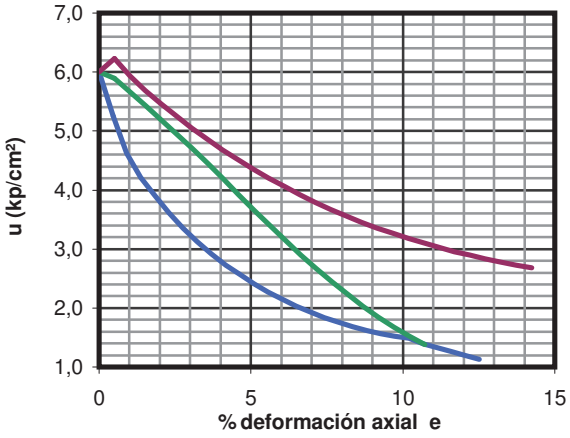
Rectas de coulomb y círculos de Mohr



T. Desviadora corregida-Deformación axial



Presión intersticial-Deformación axial



Observaciones probeta I:
Observaciones probeta II:
Observaciones probeta III:

TRIAXIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsyTRS (20030721)

CLIENTE: SEG, S.A,
TRABAJO: O.T.N. 08120
INDICATIVO: 08931 **LABORANTE:** Elena Buitrago
MUESTRA: 221738 SR-2 4,50-5,10 **FECHA:** 12/01/09

Captura de datos

PROBETA I (6,5 kp/cm²)		
s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
1,84	0,46	5,26
2,84	0,92	4,62
3,69	1,37	4,21
4,46	1,84	3,91
5,18	2,30	3,62
5,85	2,77	3,36
6,47	3,22	3,13
7,07	3,69	2,92
7,57	4,18	2,73
8,08	4,65	2,56
8,60	5,10	2,41
9,05	5,56	2,27
9,52	6,03	2,15
9,90	6,49	2,03
10,27	6,96	1,93
10,61	7,43	1,84
10,94	7,88	1,76
11,23	8,34	1,68
11,53	8,80	1,62
11,76	9,27	1,57
11,98	9,73	1,52
12,19	10,19	1,49
12,32	10,68	1,39
12,47	11,15	1,33
12,63	11,61	1,26
12,78	12,06	1,20
12,88	12,52	1,14
12,90	12,98	1,07

PROBETA II (7,5 kp/cm²)		
s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
3,31	0,51	5,89
5,48	1,02	5,67
6,88	1,53	5,43
7,90	2,04	5,19
8,88	2,55	4,95
9,75	3,06	4,71
10,53	3,57	4,45
11,28	4,09	4,19
11,94	4,60	3,92
12,46	5,11	3,65
12,90	5,62	3,40
13,24	6,13	3,15
13,51	6,64	2,90
13,71	7,15	2,67
13,85	7,66	2,45
13,93	8,17	2,23
13,97	8,68	2,03
13,97	9,19	1,85
13,94	9,70	1,68
13,88	10,21	1,52
13,82	10,72	1,38
13,78	11,23	1,26

PROBETA III (9 kp/cm²)		
s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
2,13	0,51	6,23
3,74	1,02	5,93
4,94	1,53	5,68
5,87	2,03	5,46
6,74	2,54	5,25
7,57	3,05	5,05
8,42	3,56	4,86
9,36	4,07	4,68
10,29	4,58	4,52
11,08	5,08	4,36
11,78	5,59	4,20
12,48	6,10	4,06
13,22	6,61	3,92
13,94	7,12	3,79
14,58	7,63	3,67
15,15	8,13	3,56
15,69	8,64	3,46
16,18	9,15	3,36
16,55	9,66	3,27
16,83	10,17	3,18
17,07	10,68	3,10
17,24	11,19	3,03
17,31	11,69	2,96
17,40	12,20	2,89
17,48	12,71	2,83
17,50	13,22	2,78
17,45	13,73	2,73
17,39	14,24	2,68
17,39	14,74	2,62

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:54)	PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 10.50 - 11.10)				
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,739	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354314

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

APERTURA DE LA MUESTRA

ASTM-D-2487/00

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 0.3 Kg/cm².

L: 54.0 cm. D: 7.0 cm.

Nº DE MUESTRAS DIFERENCIADAS 1

MUESTRA	OBSERVACIONES Y DATOS COMPLEMENTARIOS DE LA MUESTRA
A 54.0 cm.	Textura arenosa limosa sin nódulos, color grisaceo.
B	
C	
D	

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 0.5 Kg/cm².

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:54)		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 10.50 - 11.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,739	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354314

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

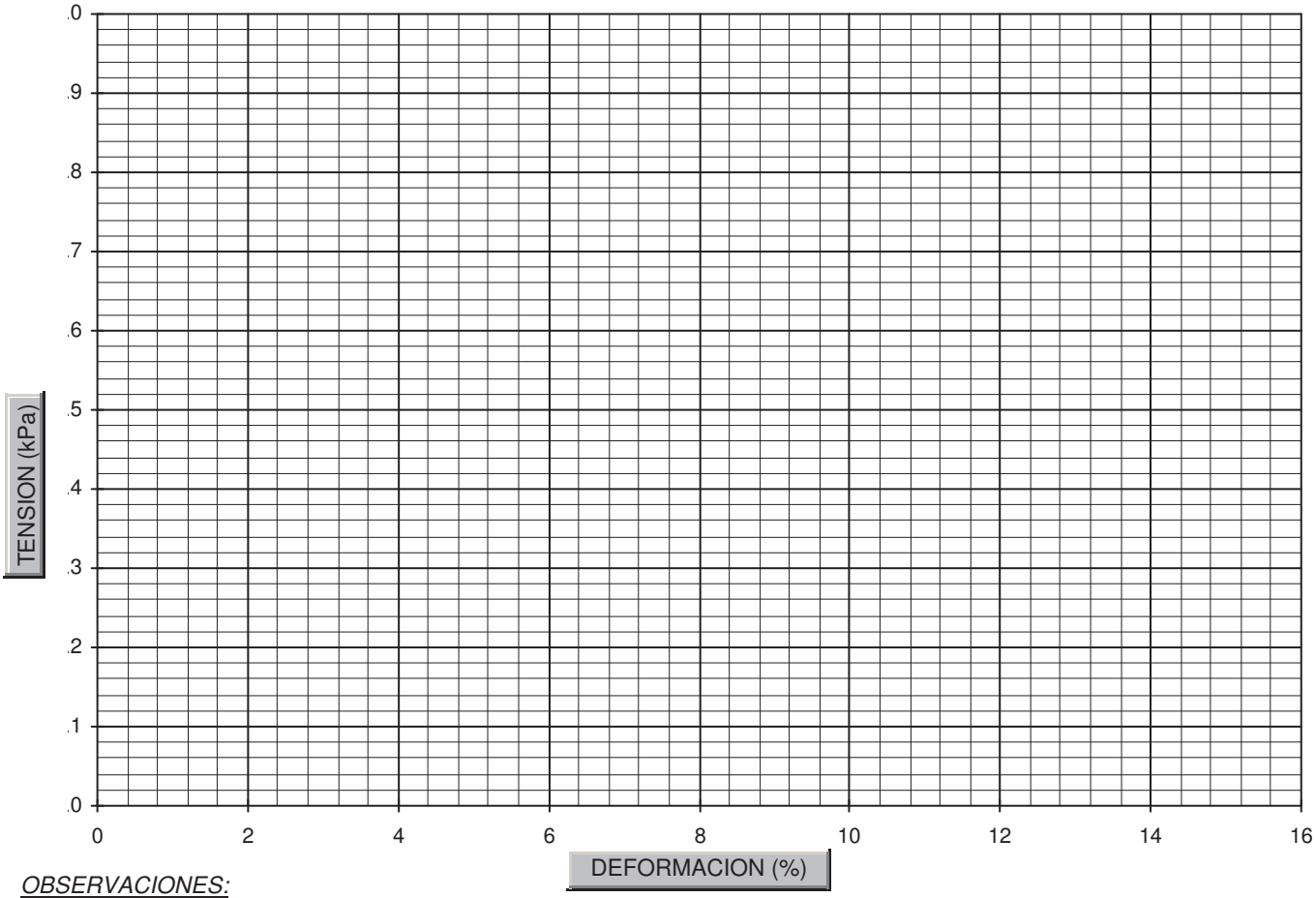
Hoja 2 de 2

RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE : MUESTRA - A

UNE-103400/93 UNE-103300/93 UNE-103301/94

DIAMETRO	7.0 cm	ALTURA	13.0 cm	AREA	38.5 cm²	VOLUMEN	500.3 cm³

DENSIDAD SECA	GR/CM³	1.55	CARGA	KN	
DENSIDAD HUMEDA O NATURAL	GR/CM³	1.88	RESISTENCIA	KPa	
HUMEDAD	%	21.9	DEFORMACION A LA ROTURA	%	0.0



OBSERVACIONES:

DATOS COMPLEMENTARIOS :

Δ σ	KPa		DEFORMACION UNITARIA	--------
			MODULO DE ELASTICIDAD	KPa
			DEFORMACION A LA ROTURA	MM

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

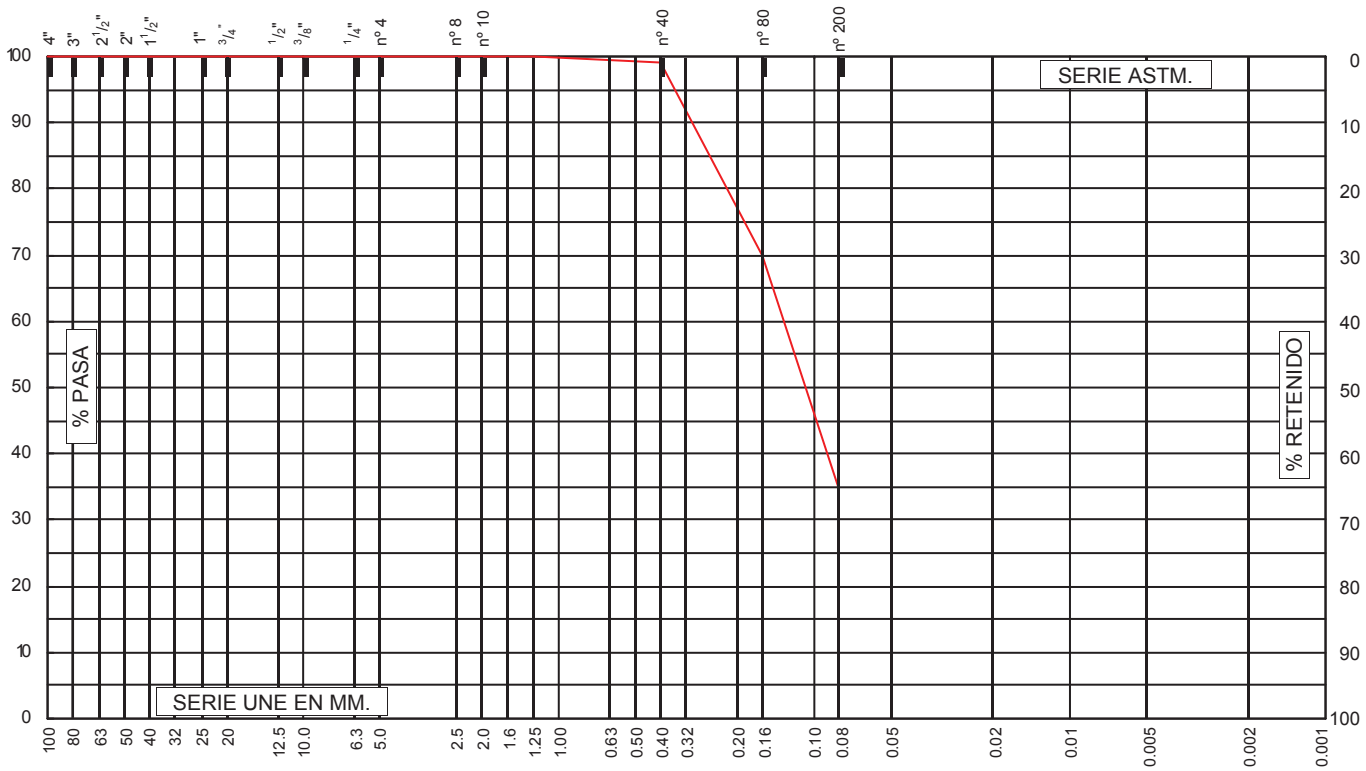
MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA			CLAVE	094/5800	F. TOMA 20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.			C.I.F.	A-28220168	F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)			CONSTRUCTOR	N/A		
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:54)		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 10.50 - 11.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,739	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354773

Fecha Fin Ensayo : 18/12/08

Hoja 1 de 1

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE-103101/95)



TAMICES	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5.0	2.0	1.25	0.40	0.16	0.080
% PASA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	70	35

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Granulometrico)

OBSERVACIONES: (Granulometrico)

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (UNE-103103/94)	
Media Límite Plástico (UNE-103104/93)	

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Límites Atterberg)

Indice de Plasticidad (UNE-103104/93)	N.P.

CLASIFICACION

Casagrande	SM
H.R.B.	A2-4
Indice de Grupo	0

OBSERVACIONES: (Límites Atterberg)

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(02/06)B.2

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:54)		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 10.50 - 11.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA		221,739

Fecha Fin Ensayo
18/12/08

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354774

Informe de ensayo

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO

(UNE 103.302/94)

Densidad relativa (Valor medio) = 2.699

OBSERVACIONES: _____

DATOS COMPLEMENTARIOS: _____

F-LGTL-09B.0

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA			CLAVE	094/5800	F. TOMA 20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.			C.I.F.	A-28220168	F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)			CONSTRUCTOR	N/A		
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:54)		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 10.50 - 11.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,739	

Fecha Fin Ensayo
18/12/08

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354774

RESULTADOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS (UNE 103401/98)

CELULAS : ∅ = 50 mm , ALTURA MUESTRA = 25 mm ------ CORTE SIMPLE
DRENAJE : MUESTRA ENTRE DOS PIEDRAS POROSAS (K = _____mm/s)
CARGA VERTICAL : PALANCA 2º GENERO ---------PESAS CALIBRADAS (PRECISIÓN < 1 %)
SISTEMA DE CORTE : ELECTROMECANICO------- VELOCIDAD VARIABLE (0,01 a 1.2 mm/min)

CELULAS DE FUERZA UTILIZADAS PARA EL CORTE

UDS	I	II	III
Kgf	500	500	500

RESULTADOS	UDS	I	II	III
Humedad incial de la pastilla (probeta) w_i	%	24.5	23.3	23.4
Humedad final de la pastilla (probeta)	%	25.1	20.7	25.0
Densidad aparente o natural	gr/cm3	1.88	1.88	1.89
Densidad seca P_d	gr/cm3	1.51	1.53	1.53
Altura inicial de la probeta h	mm	25.00	25.00	25.00
Altura final de la probeta despues de la consolidación previa	mm	24.66	24.38	24.42
Densidad de las particulas P_s	gr/cm3	2.699		
Indice de huecos inicial $e_i = (P_s/P_d) - 1$	-----	0.79	0.77	0.76
Grado de Saturación $S_i = (W_i \times P_s) / e_i$	%	83.75	81.79	82.94
Indice de huecos final $e = e_i - (\Delta h / h) \times (1 + e_i)$	-----	0.77	0.72	0.72
TENSION VERTICAL CORREGIDA*	Kpa	106	214	328
ASIENTO MAXIMO (disminución espesor muestra) Δh	mm	0.338	0.623	0.576
TIEMPO DE CONSOLIDACION	h	24	24	24
TENSION DE CORTE MAXIMA	Kpa	161	185	375
DEFORMACION MAXIMA DE CORTE	mm	2.4	2.7	3.4

* Tensión vertical con corrección de área, asociada a la correspondiente tensión de corte máxima.

OBSERVACIONES: Suelo de textura arenosa sin nódulos. Color gris.

DATOS COMPLEMENTARIOS:

F-LGTL-13C.2

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:54)		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 10.50 - 11.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,739	

Fecha Fin Ensayo
18/12/08

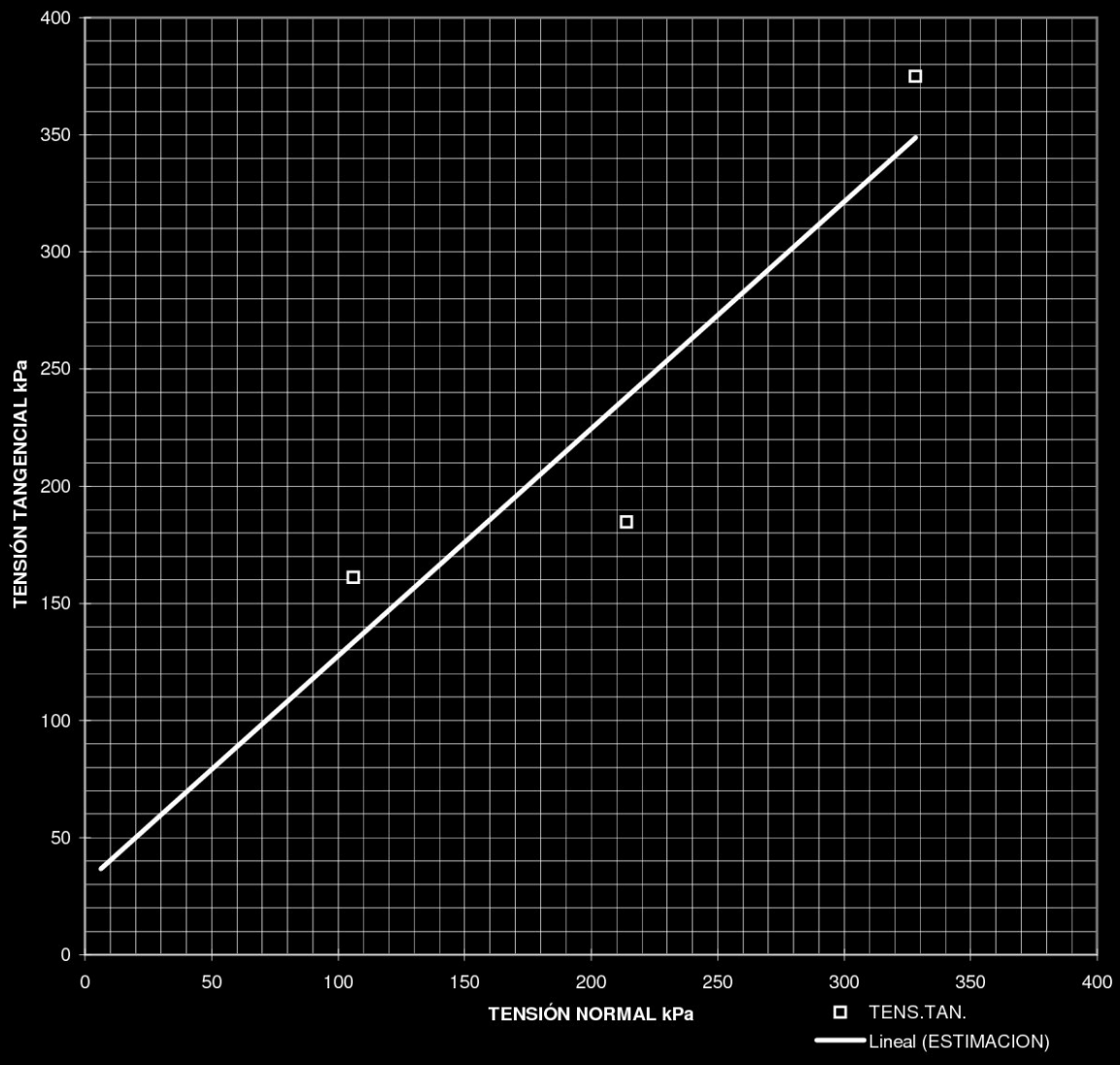
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354774

COHESIÓN

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS (UNE 103401/98)

TIPO DE ENSAYO: C.D. VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.024 mm/min

COHESIÓN: 31 kPa ÁNGULO ROZAMIENTO: 44º 6'



F-LGTL-13C.2

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	20/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:7.5 X L:54)		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 10.50 - 11.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA		221,739

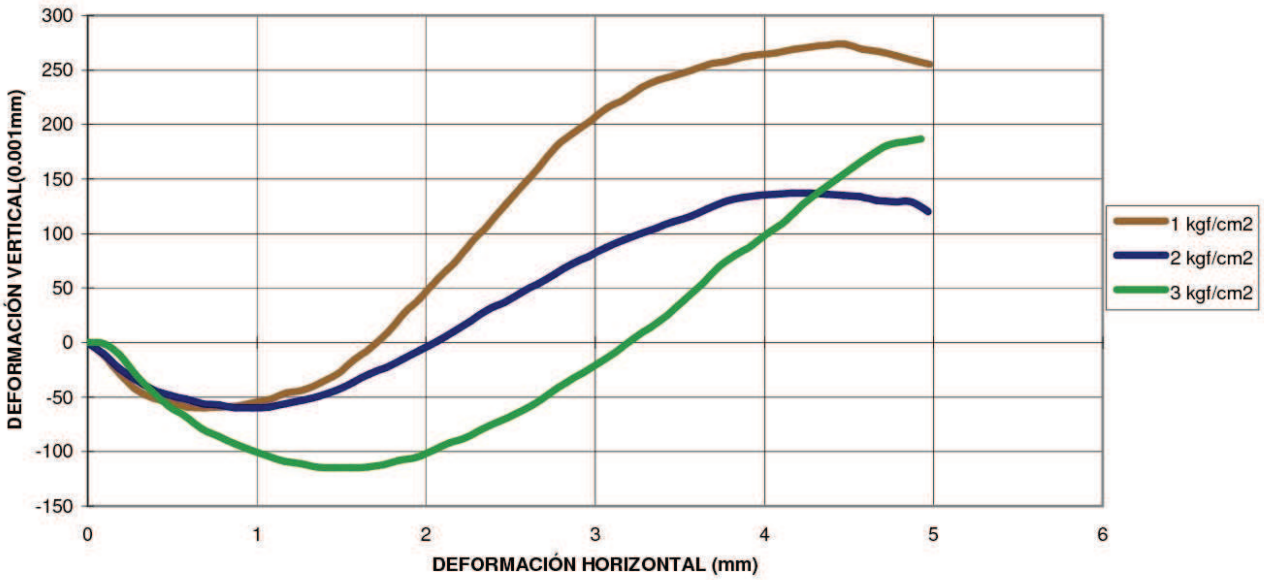
Fecha Fin Ensayo
18/12/08

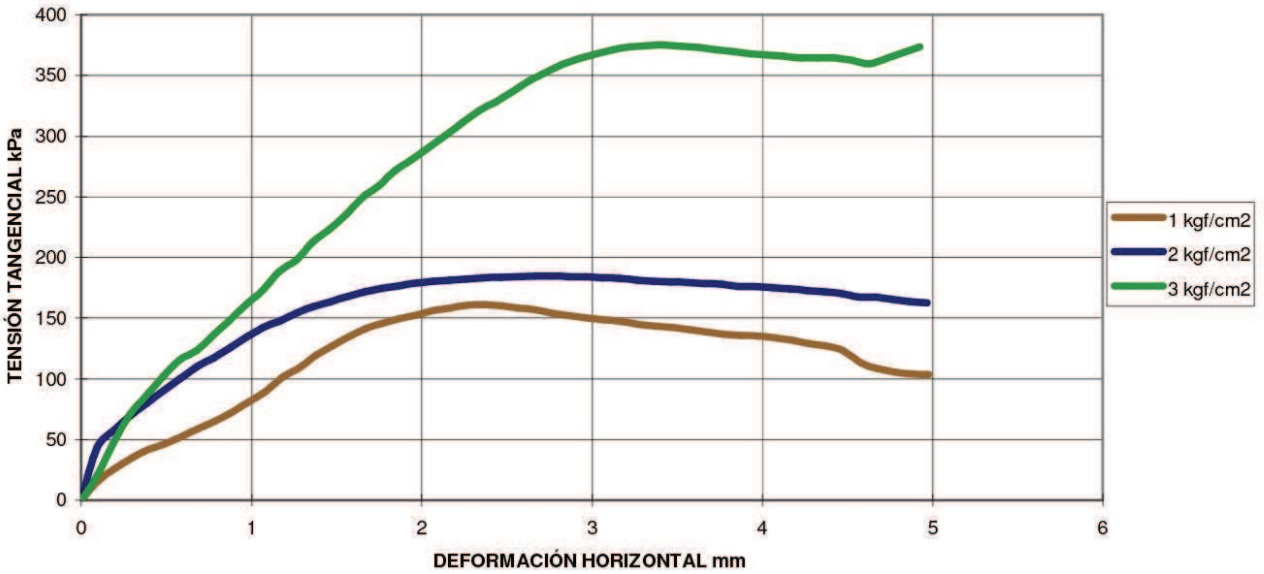
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354774

GRAFICAS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS (UNE 103401/98)

TIPO DE ENSAYO: C.D. VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.024 mm/min





F-LGTL-13C.2

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	21/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)	PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 13.50 - 14.10)				
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,740	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354315

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

APERTURA DE LA MUESTRA

ASTM-D-2487/00

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 0.5 Kg/cm².

L: 60.0 cm. D: 7.5 cm.

Nº DE MUESTRAS DIFERENCIADAS 1

MUESTRA	OBSERVACIONES Y DATOS COMPLEMENTARIOS DE LA MUESTRA
A 60.0 cm.	Textura limosa sin nódulos. Color grisaceo.
B	
C	
D	

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 1.0 Kg/cm².

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	21/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 13.50 - 14.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,740	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354315

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

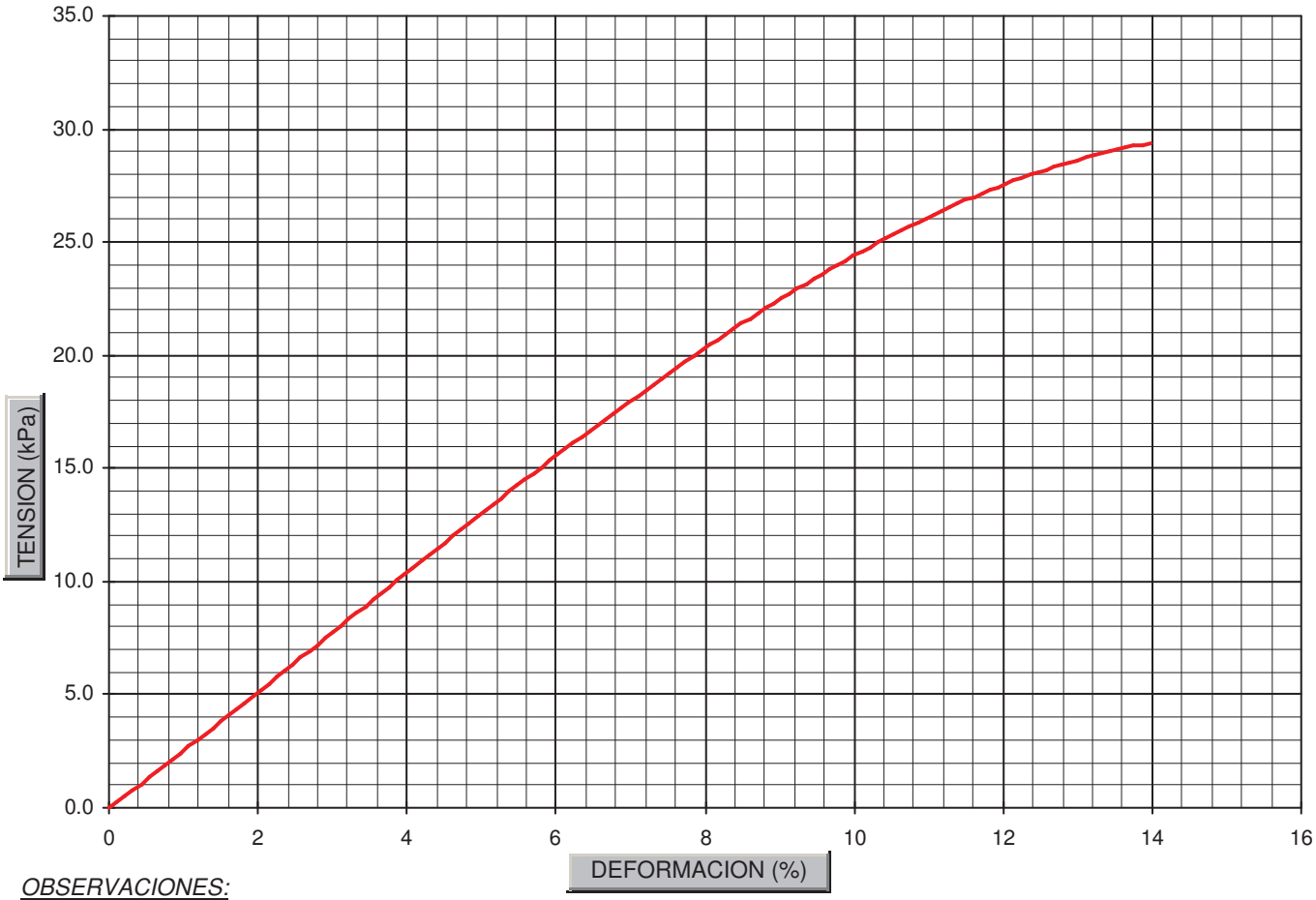
Hoja 2 de 2

RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE : MUESTRA - A

UNE-103400/93 UNE-103300/93 UNE-103301/94

DIAMETRO	7.5 cm	ALTURA	13.6 cm	AREA	44.2 cm²	VOLUMEN	600.8 cm³

DENSIDAD SECA	GR/CM³	1.43	CARGA	KN	0.15
DENSIDAD HUMEDA O NATURAL	GR/CM³	1.87	RESISTENCIA	KPa	30
HUMEDAD	%	30.7	DEFORMACION A LA ROTURA	%	14.0



OBSERVACIONES:

DATOS COMPLEMENTARIOS :

Δ σ	KPa		DEFORMACION UNITARIA	--------	
			MODULO DE ELASTICIDAD	KPa	
			DEFORMACION A LA ROTURA	MM	19.0

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

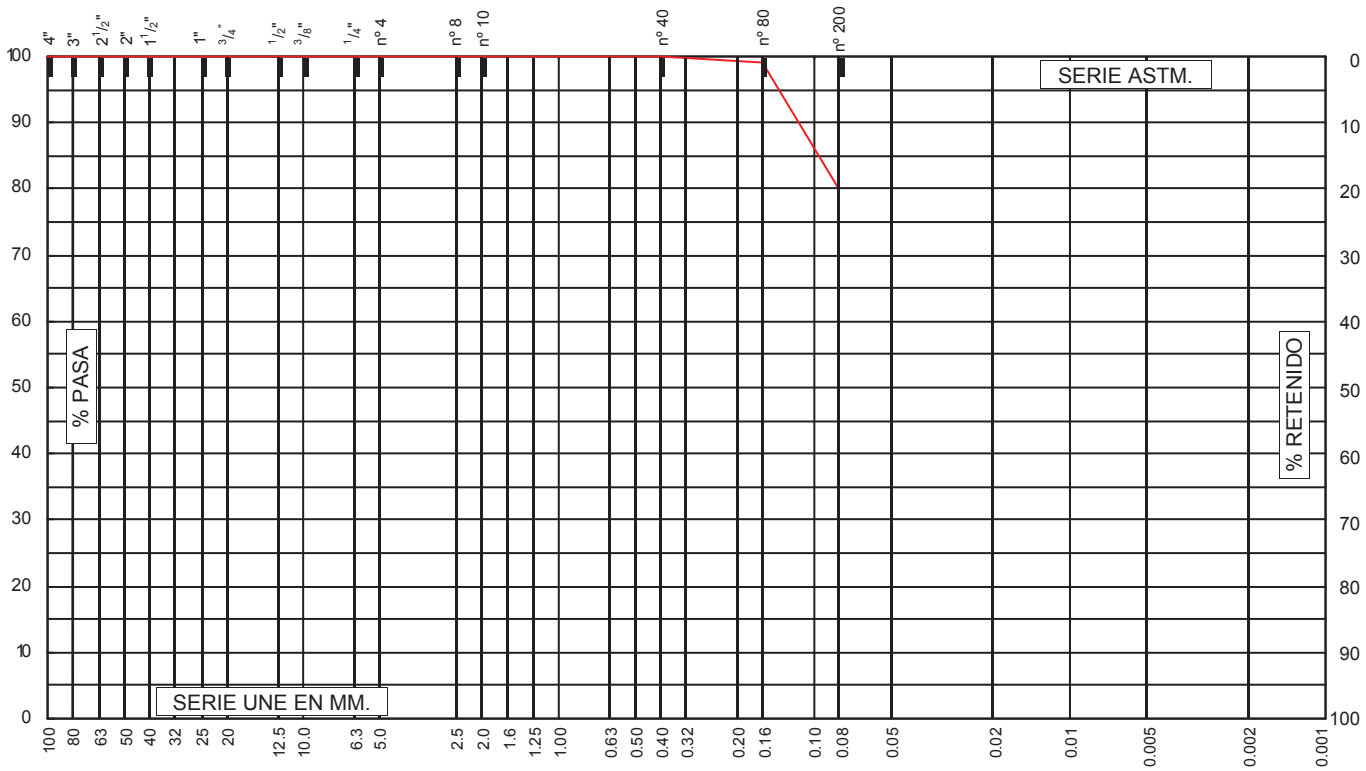
F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA			CLAVE	094/5800	F. TOMA 21/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.			C.I.F.	A-28220168	F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)			CONSTRUCTOR	N/A		
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 13.50 - 14.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,740	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354775

Fecha Fin Ensayo : 18/12/08

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE-103101/95)



TAMICES	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5.0	2.0	1.25	0.40	0.16	0.080
% PASA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	80

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Granulometrico)

OBSERVACIONES: (Granulometrico)

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (UNE-103103/94)	
Media Límite Plástico (UNE-103104/93)	

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Límites Atterberg)

Indice de Plasticidad (UNE-103104/93)	N.P.

CLASIFICACION

Casagrande	ML
H.R.B.	A4
Indice de Grupo	8

OBSERVACIONES: (Límites Atterberg)

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(02/06)B.2

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

PESO ESPECÍFICO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS
(UNE-103.302)

CLIENTE:	S.E.G, S.A
TRABAJO:	O.T.N: 08120
INDICATIVO:	08931
FECHA:	12/01/09

Resultados de los ensayos

MUESTRA	Peso específico (P_e)
221740 SR-2 13.50-14.10	2,712

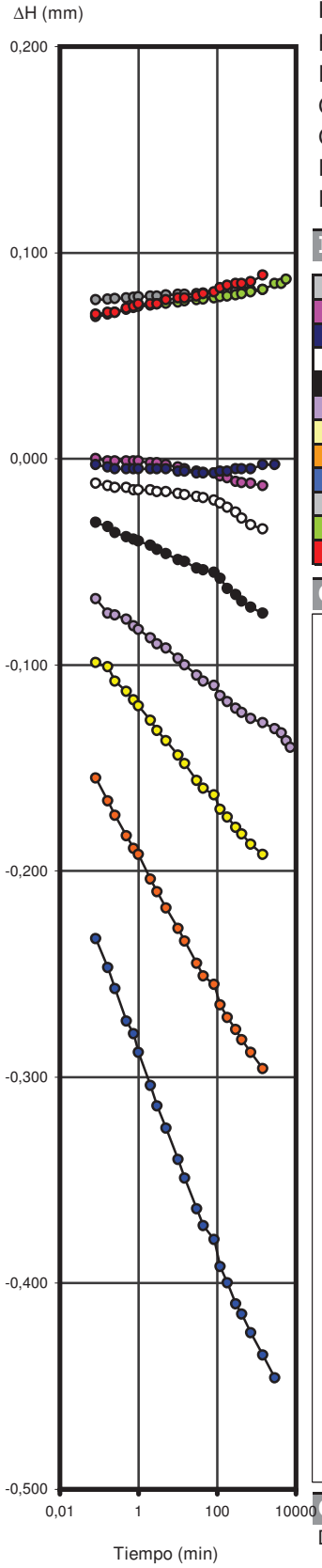
ENSAYO EDOMÉTRICO
(Norma UNE 103.405)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

CLIENTE:	SEG,SA		
TRABAJO:	O.T.N. 08120		
INDICATIVO:	08931	**LABORANTE:**	Natividad Calderón
MUESTRA:	221740 SR-2 13,50-14,10	**FECHA**	09/01/09

Seguimiento del ensayo



Datos y Resultados del ensayo

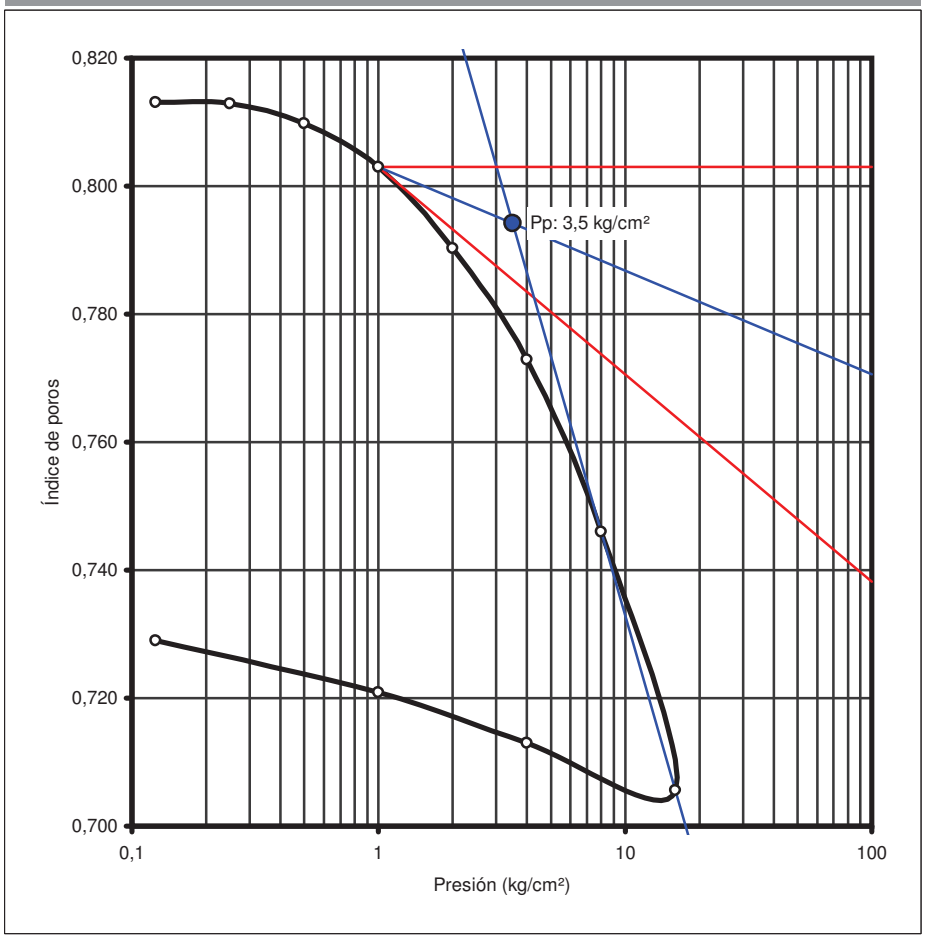
Humedad inicial (%):	29,69	**Índice de poros inicial (eo):**	**0,814**
Humedad final (%):	26,56	**Índice de compresión (Cc):**	**0,134**
P.e.p. sol. (g/cm³):	2,712	**Índice de hinchamiento (Cs):**	**0,013**
Grado de sat. Ini. (%):	98,89	**P. Preconsolidación (kg/cm²):**	**3,51**
Grado de sat. Fin. (%):	88,45	**Módulo edométrico* (kg/cm²):**	**358,74**
Den. seca inic. (g/cm³):	1,495	**Coef. Compresibilidad* (av):**	**0,00506**
Den. seca final. (g/cm³):	1,569		

(*) En el rango de presiones del tramo recto de carga

Índices de poros por escalón

Escalón	Carga (kg/cm²)	ΔH (mm)	Hf (mm)	e
	0,125	-0,013	19,987	0,813
	0,25	-0,016	19,984	0,813
	0,5	-0,050	19,950	0,810
	1	-0,125	19,875	0,803
	2	-0,265	19,735	0,790
	4	-0,457	19,543	0,773
	8	-0,753	19,247	0,746
	16	-1,199	18,801	0,706
	4	-1,117	18,883	0,713
	1	-1,030	18,970	0,721
	0,125	-0,941	19,059	0,729

Curva edométrica



Observaciones

Diámetro 50mm, Altura 20mm

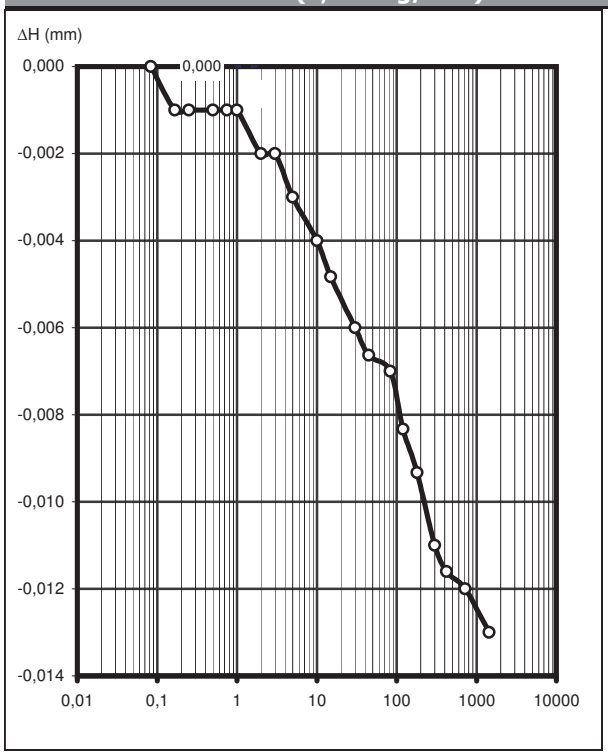
CURVAS DE CONSOLIDACIÓN
(EDÓMETRO)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

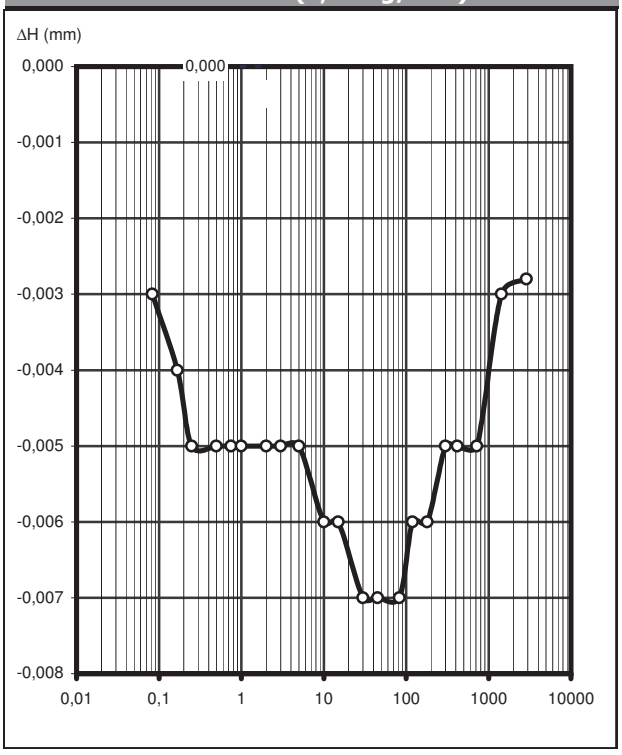
CDIAM-EnsyEDO (20030619)

CLIENTE: SEG,SA
TRABAJO: O.T.N. 08120
INDICATIVO: 08931 **LABORANTE:** Natividad Calderón
MUESTRA: 221740 SR-2 13,50-14,10 **FECHA:** 09/01/09

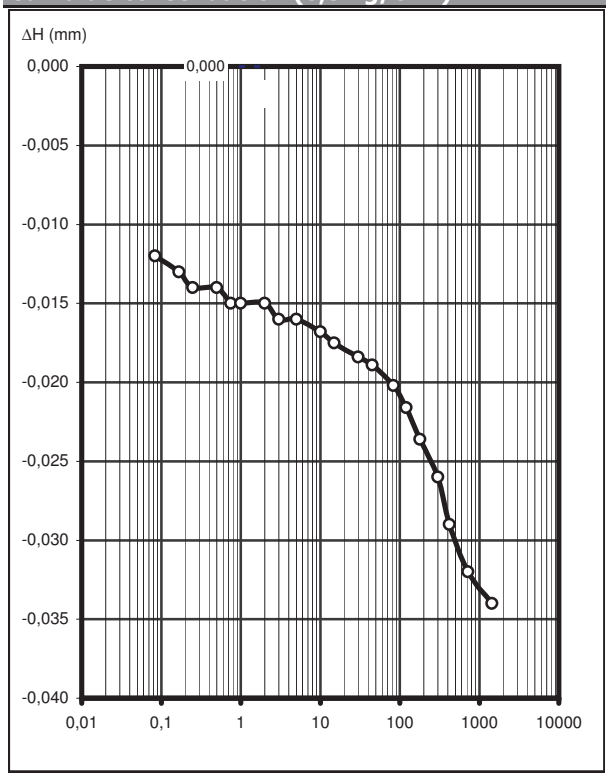
Curva de consolidación (0,125 kg/cm²)



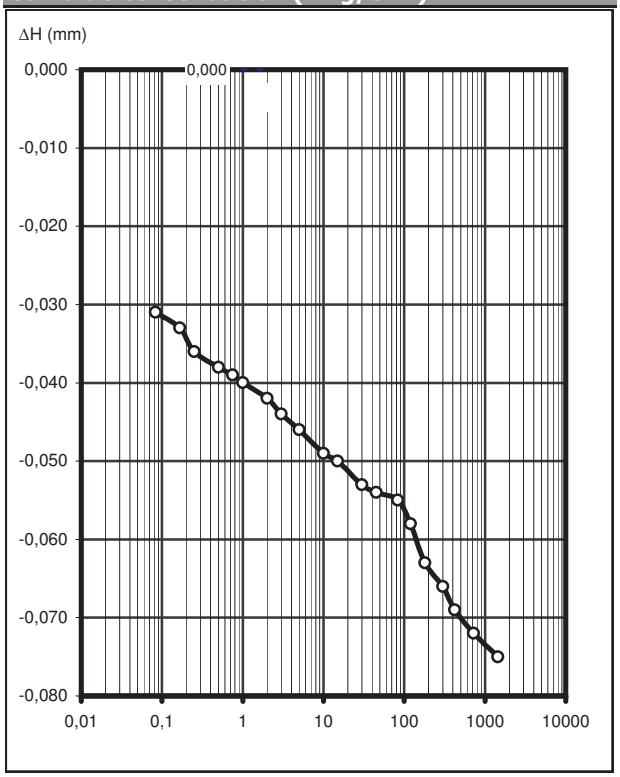
Curva de consolidación (0,25 kg/cm²)



Curva de consolidación (0,5 kg/cm²)



Curva de consolidación (1 kg/cm²)



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN
(EDÓMETRO)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

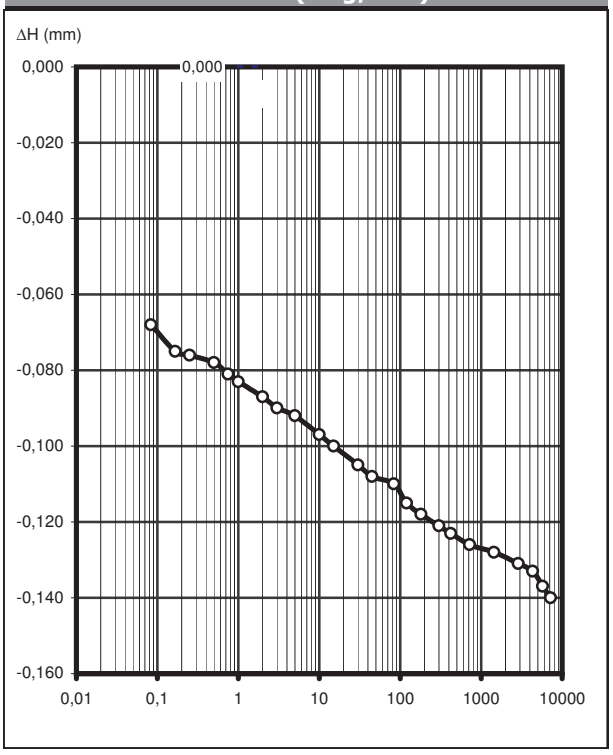
CLIENTE: SEG,SA

TRABAJO: O.T.N. 08120

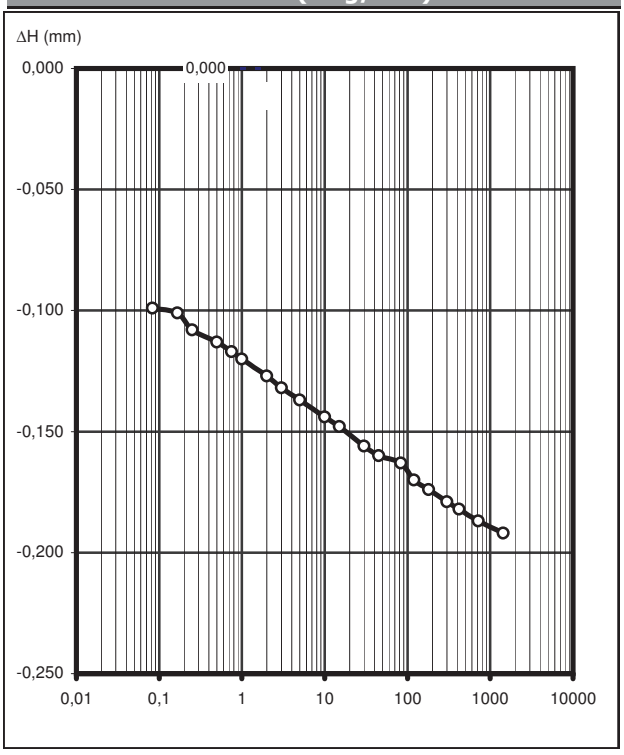
INDICATIVO: 08931 **LABORANTE:** Natividad Calderón

MUESTRA: 221740 SR-2 13,50-14,10 **FECHA:** 09/01/09

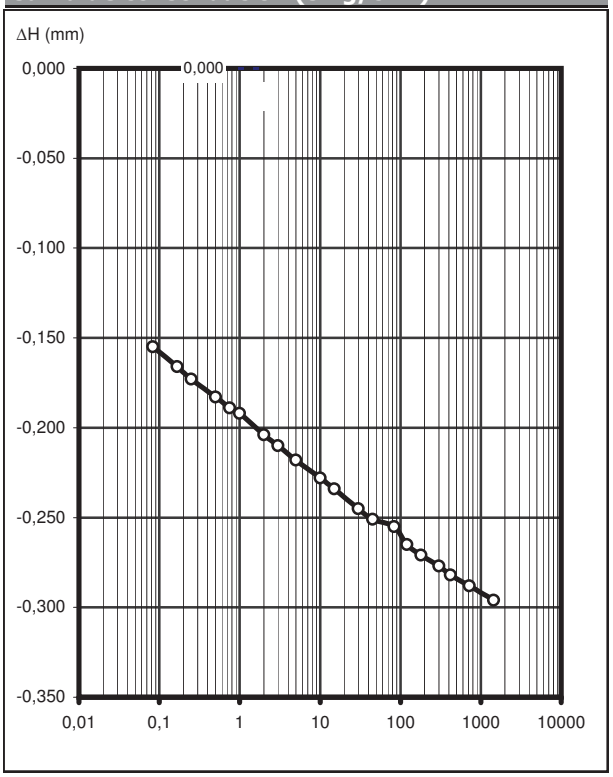
Curva de consolidación (2 kg/cm²)



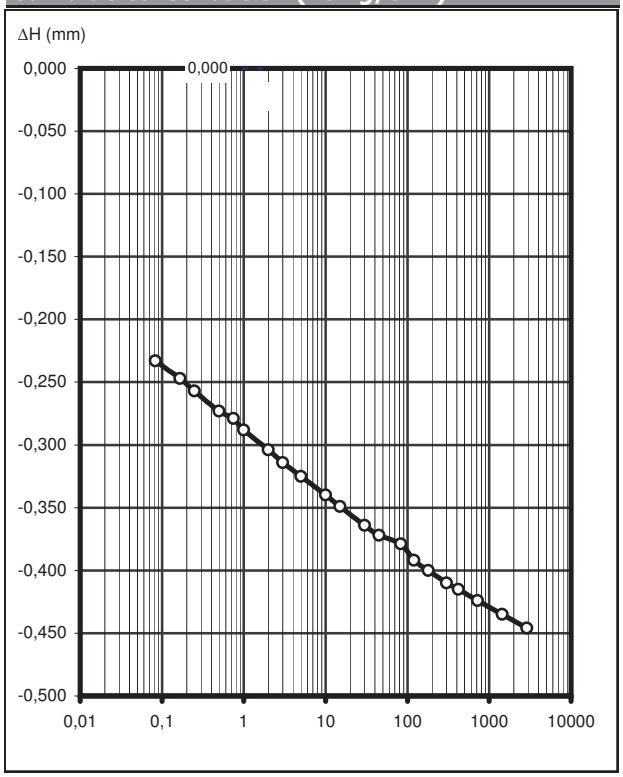
Curva de consolidación (4 kg/cm²)



Curva de consolidación (8 kg/cm²)



Curva de consolidación (16 kg/cm²)



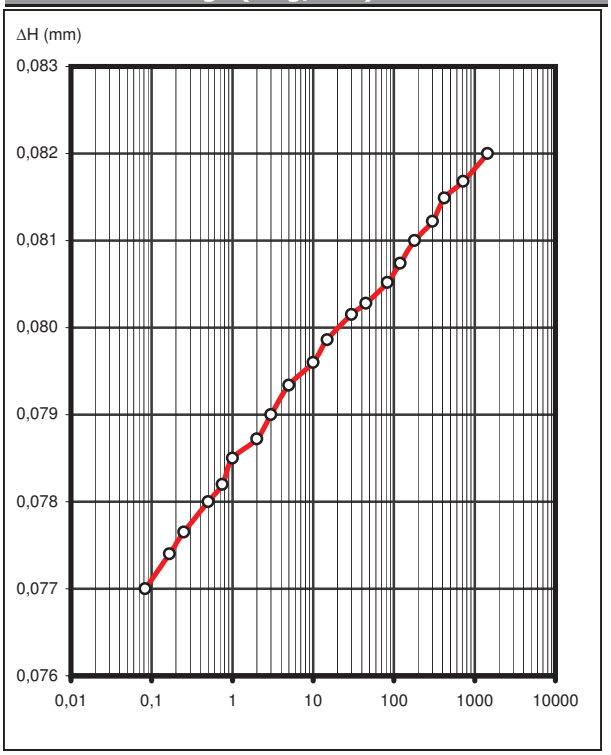
CURVAS DE CONSOLIDACIÓN
(EDÓMETRO)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

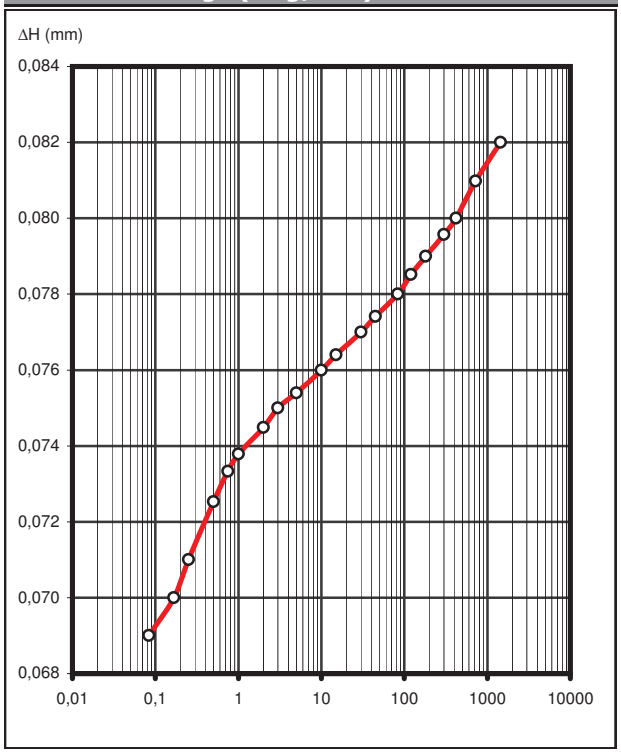
CDIAM-EnsyEDO (20030619)

CLIENTE: SEG,SA
TRABAJO: O.T.N. 08120
INDICATIVO: 08931 **LABORANTE:** Natividad Calderón
MUESTRA: 221740 SR-2 13,50-14,10 **FECHA:** 09/01/09

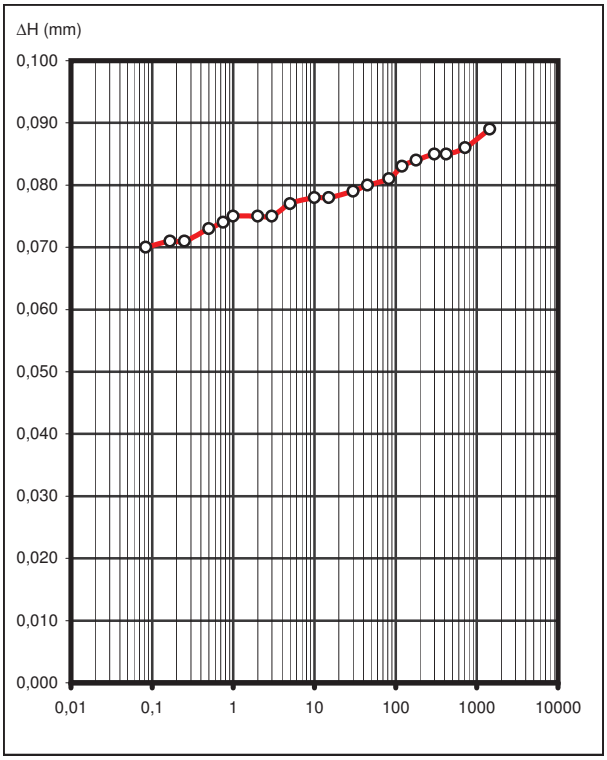
Curva de descarga (4 kg/cm²)



Curva de descarga (1 kg/cm²)



Curva de descarga (0,125 kg/cm²)



SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	21/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)	PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 16.50 - 17.10)				
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,741	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354316

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

APERTURA DE LA MUESTRA

ASTM-D-2487/00

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 0.1 Kg/cm².

L: 60.0 cm. D: 7.5 cm.

Nº DE MUESTRAS DIFERENCIADAS 1

MUESTRA	OBSERVACIONES Y DATOS COMPLEMENTARIOS DE LA MUESTRA
A 60.0 cm.	Textura limosa sin nódulos. Color grisaceo.
B	
C	
D	

RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL (TIPO SOILTEST) : 0.1 Kg/cm².

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA		CLAVE	094/5800	F. TOMA	21/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.		C.I.F.	A-28220168		F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)		CONSTRUCTOR	N/A			
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 16.50 - 17.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA	O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,741	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354316

Fecha Fin Ensayo : 16/12/08

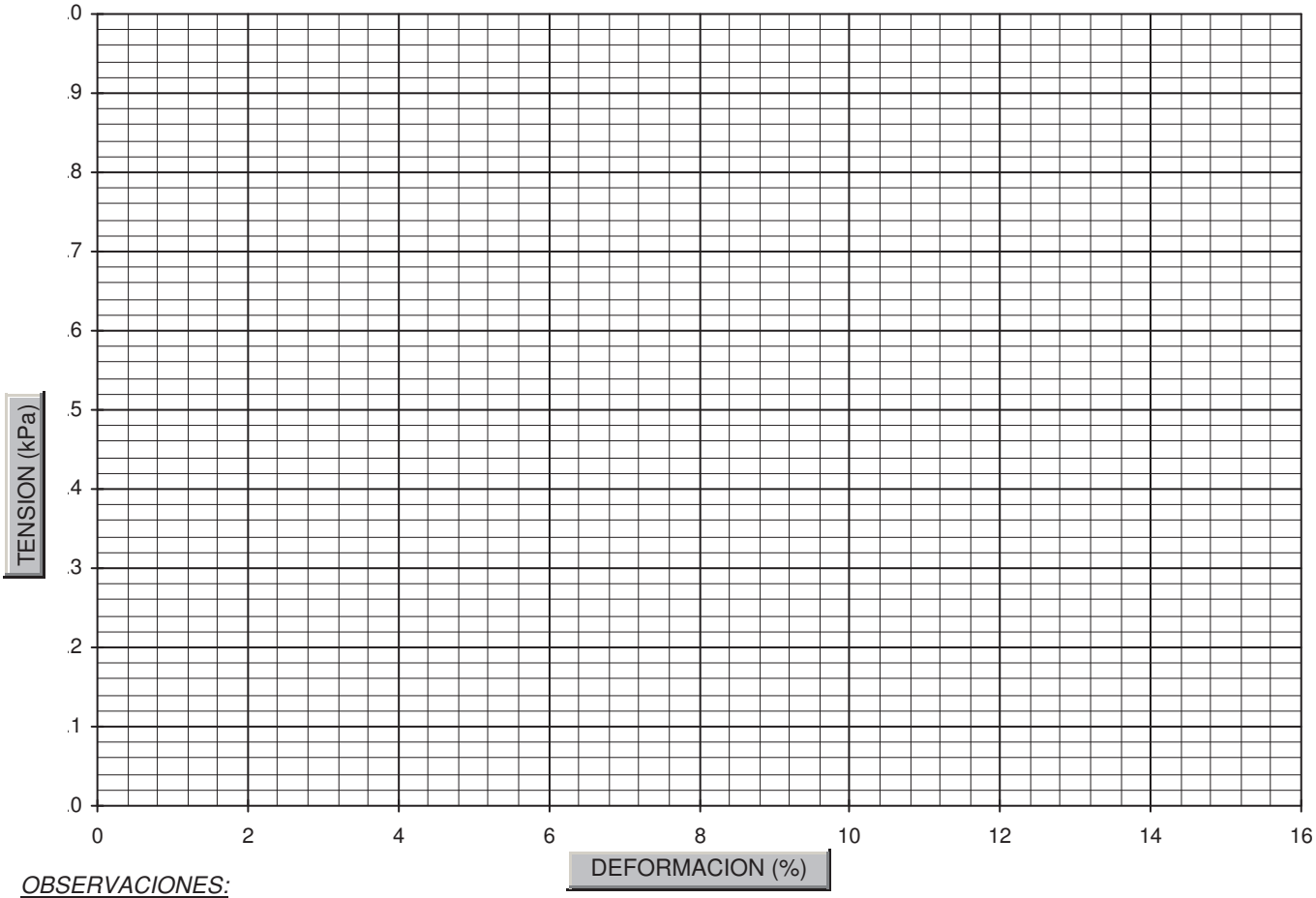
Hoja 2 de 2

RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE : MUESTRA - A

UNE-103400/93 UNE-103300/93 UNE-103301/94

DIAMETRO	7.5 cm	ALTURA	13.7 cm	AREA	44.2 cm²	VOLUMEN	605.2 cm³

DENSIDAD SECA	GR/CM³	1.65	CARGA	KN	
DENSIDAD HUMEDA O NATURAL	GR/CM³	2.10	RESISTENCIA	KPa	
HUMEDAD	%	27.1	DEFORMACION A LA ROTURA	%	0.0



OBSERVACIONES:

DATOS COMPLEMENTARIOS :

Δ σ	KPa		DEFORMACION UNITARIA	--------
			MODULO DE ELASTICIDAD	KPa
			DEFORMACION A LA ROTURA	MM

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(07/08/12)B.3

Paiporta, 16 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

SONDEOS, ESTRUCTURAS Y GEOTECNIA, S.A.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION: Telf. 96 159 07 40 - Fax.96 159 13 97
C/Artes Gráficas,42 Pol.Industrial La Mina. 46200-PAIPORTA (VALENCIA) e-mail: Laboratorio@seg-sa.es

Laboratorio de Ensayos **ACREDITADO** por la **Consellería de Infraestructuras y Transporte** en las áreas de: **EHA**, Nº 07035EHA/03 (B), **VSG**, Nº 07035VSG/03(B), **GTC**, Nº 07035GTC/03(B), **GTL**, Nº 07035GTL/03(B), **EAS**, Nº 07035EAS03(B), **EAP,** Nº 07035EAP03 (B), por Resolución de 10/12/03, publicada en el DOGV 22/01/04, e inscrita en el RGLEA, publicada en el BOE 16/08/04
Empresa **COLABORADORA** de Organismos de cuenca para análisis de **aguas residuales** del **M.O.P.T.**
Miembro de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos (A.E.N.D.) Nº 0112.

F-09-01F.1

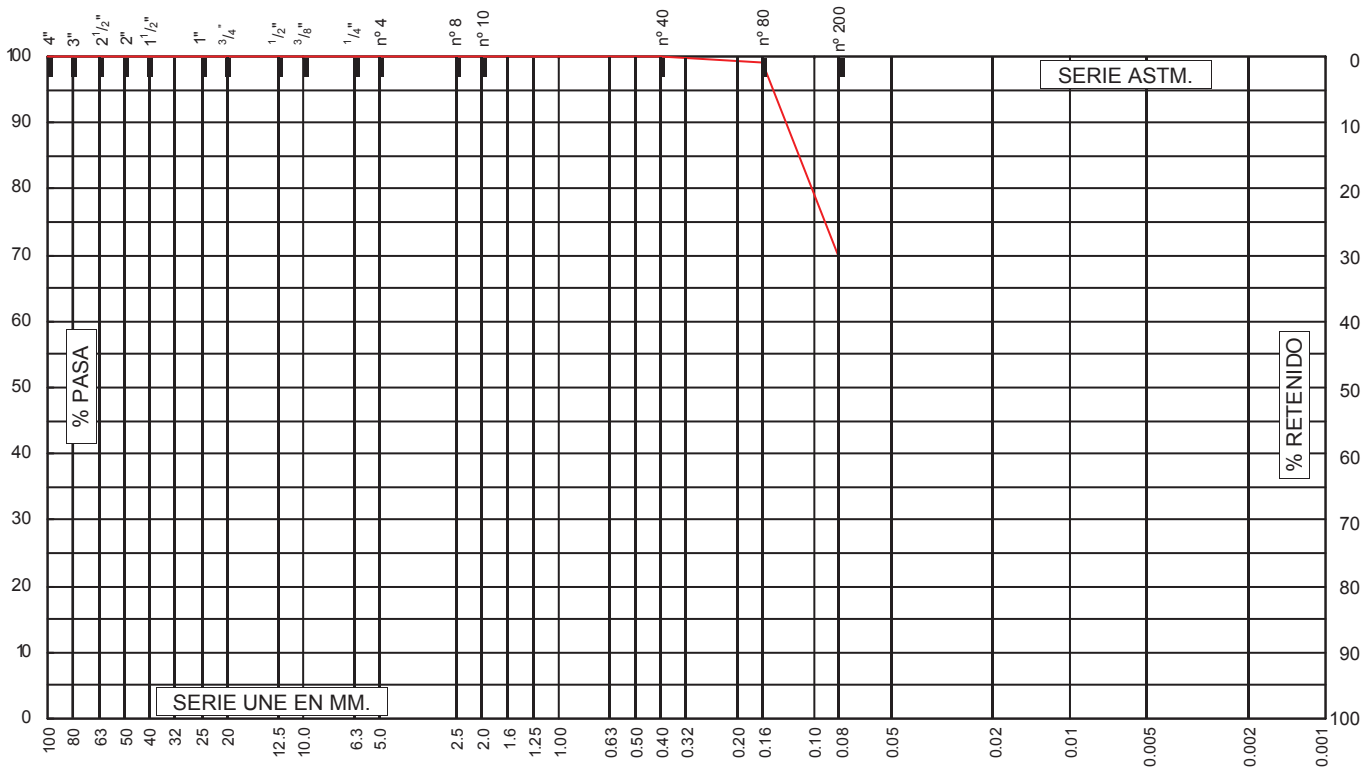
MODALIDAD CONTROL	ET	NUEVA NAVE OPERACIONES AEROPUERTO BARCELONA			CLAVE	094/5800	F. TOMA 21/11/08
PETICIONARIO	INECO - INGENIERIA Y ECONOMIA DEL TRANSPORTE, S.A.			C.I.F.	A-28220168	F. REGISTRO	15/12/08
DOMICILIO	C/ PASEO DE LA HABANA, 138 (MADRID)			CONSTRUCTOR	N/A		
TIPO MATERIAL	SUELOS (D:8 X L:60)		PROCEDENCIA	220667 (SR-2; 16.50 - 17.10)			
MODALIDAD MUESTREO	ML	PT-GTC-02 LORENZO GARCIA-MOTA		O.T.N.	8120	COD.IDENTIF. MUESTRA	221,741

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS Nº: 354776

Fecha Fin Ensayo : 18/12/08

Hoja 1 de 1

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE-103101/95)



TAMICES	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5.0	2.0	1.25	0.40	0.16	0.080
% PASA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	70

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Granulometrico)

OBSERVACIONES: (Granulometrico)

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (UNE-103103/94)	
Media Límite Plástico (UNE-103104/93)	

DATOS COMPLEMENTARIOS : (Límites Atterberg)

Indice de Plasticidad (UNE-103104/93)	N.P.

CLASIFICACION

Casagrande	ML
H.R.B.	A4
Indice de Grupo	7

OBSERVACIONES: (Límites Atterberg)

2 COPIAS A: Propiedad ☑ Dirección Obra ☐ Constructora ☐ O.C.T. ☐ Otros ☑

F-LGTL-(02/06)B.2

Paiporta, 19 de diciembre de 2008

DIRECTOR AREA GTL
ISMAEL MARTINEZ GARCES
INGENIERO DE CAMINOS, C y P

RESPONSABLE AREA GTL
CRISTINA JARQUE RODRIGUEZ
LICENCIADA QUIMICA

ANEJO nº 5

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

ZONA EMPLAZAMIENTO
SONDEO SR-1

ZONA EMPLAZAMIENTO
SONDEO SR-2

ZONA EMPLAZAMIENTO
PENETRACIÓN PD-1

ZONA EMPLAZAMIENTO
PARCELA A ESTUDIAR

EMPLAZAMIENTO SR-1

SR-1
(0.00-2.90) m

SR-1
(2.90-6.80) m

SR-1
(6.90-10.00) m

SR-1
(10.00-13.40) m

SR-1
(13.40-16.80) m

SR-1
(16.80-20.10) m

SHELBY
SR-1

EMPLAZAMIENTO SR-2

SR-2
(0.00-2.90) m

SR-2
(2.90-6.60) m

SR-2
(6.60-9.90) m

SR-2
(9.90-13.10) m

SR-2
(13.10-16.40) m

SR-2
(16.40-20.10) m

II – MÉTODO DE ANÁLISIS

II.1.- Método de cálculo

Se han evaluado los asientos mediante el método de los elementos finitos. El método de los elementos finitos consiste en una técnica que permite resolver de manera aproximada el problema de determinar los desplazamientos y deformaciones de un sólido sometido a unas acciones externas y a unas condiciones de contorno dadas. Mediante este procedimiento se cumplen las condiciones de equilibrio y compatibilidad, respetando unas condiciones de contorno. Los diferentes materiales se comportan según modelos constitutivos (relaciones tenso-deformacionales) determinados.

El programa utilizado para el análisis mediante el método de los elementos finitos ha sido el código **Plaxis V.8.** Se trata de un paquete concebido específicamente para la ingeniería geotécnica que permite el análisis bidimensional de deformación y estabilidad. Este código permite el uso de modelos constitutivos avanzados requeridos en las aplicaciones geotécnicas que puedan simular el comportamiento no lineal, dependiente del tiempo y anisótropo de suelos y rocas. Además, como el suelo es un material multifase, este código utiliza procedimientos especiales para tener en cuenta las presiones intersticiales, tanto hidrostáticas como las inducidas por el proceso de carga.

Se ha efectuado un análisis en deformación plana con elementos triangulares de 15 nodos. El programa Plaxis genera automáticamente las mallas y permite refinarla tanto global como localmente.

Se asume inicialmente que el suelo es elástico y el modelo genera tensiones normales y tangenciales en todos los puntos de Gauss de la malla. Estas tensiones son comparadas con el criterio de rotura utilizado (en este caso un Mohr-Coulomb). Si la tensión sobre un punto concreto de Gauss queda por debajo de la envolvente de rotura, se considera que esa localización se sigue comportando de manera elástica. Si las tensiones quedan sobre o por encima de la envolvente de rotura, entonces se considera que ese punto está plastificando y se procede a redistribuir las tensiones con un

-0,40 – 0,40 Zahorra artificial

0,40 – 0,80 Bolos compactados

0,00 – 0,80 Relleno antrópico (se debe sustituir por capa de bolos y zahorra)

0,80 – 2,80 Limos sueltos

2,80 – 6,00 Arenas sueltas

6,00 – 20,00 Arenas madias con algún nivel arcilloso intercalado

El modelo constitutivo utilizado para modelar el comportamiento todos los niveles de suelo ha sido un modelo elasto-plástico perfecto con criterio de plastificación de Mohr-Coulomb.

El suelo es un material que resiste poca tracción y el programa Plaxis permite limitar la máxima tensión a tracción que puede resistir. Esta opción ha sido habilitada en todos los materiales.

A partir de los datos aportados por los trabajos de campo, junto a los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras extraídas del sondeo, se han caracterizado los diferentes niveles de terreno con los siguientes parámetros:

Nombre	Compor-tamiento	γ kN/m^3	γ' kN/m^3	ν	E kPa	c' kPa	Ø (°)
Zahorra artificial	Drenado	20	20	0,25	50000	5	32
Capa de bolos		22	22	0,25	90000	10	35
Relleno antrópico		16	20	0,30	3000	1	26
Limos flojos		17	20	0,30	4000	1	28
Arenas sueltas		17	20	0,30	6000	1	30
Arenas medias		17	20	0,30	100000	1	30

Tabla 1 Parámetros modelo elasto-plástico de Mohr - Coulomb

El hormigón de la sección se ha simulado mediante un modelo elástico.

Nombre	γ kN/m^3	γ' kN/m^3	ν	E kPa
Hormigón	25	25	0,15	$3{,}0 \cdot 10^7$

Tabla 2 Nivel 0. Parámetros modelo elasto-plástico de Mohr - Coulomb

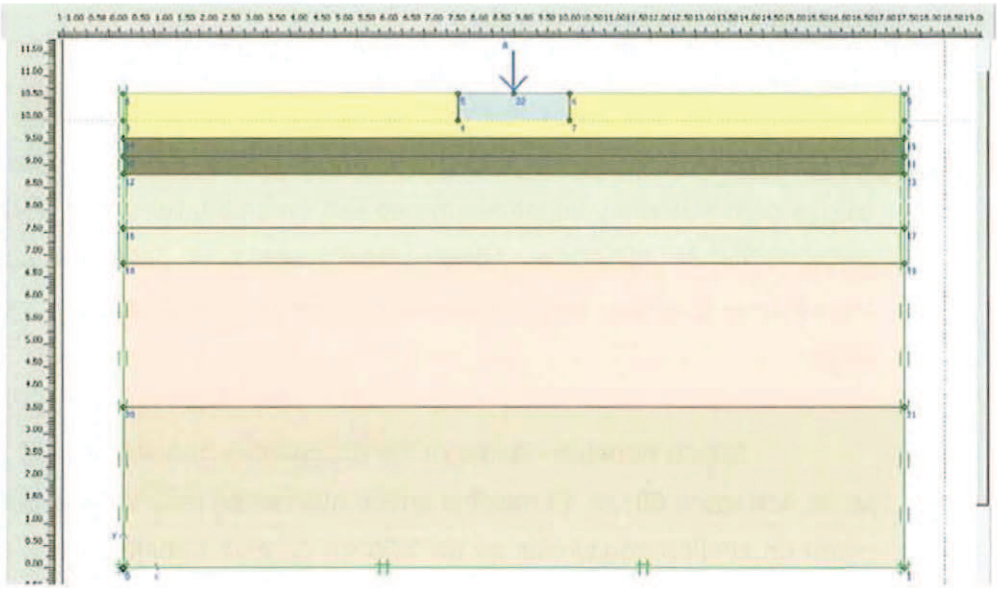


Figura 3 Geometría utilizada (B = 2,50 m)

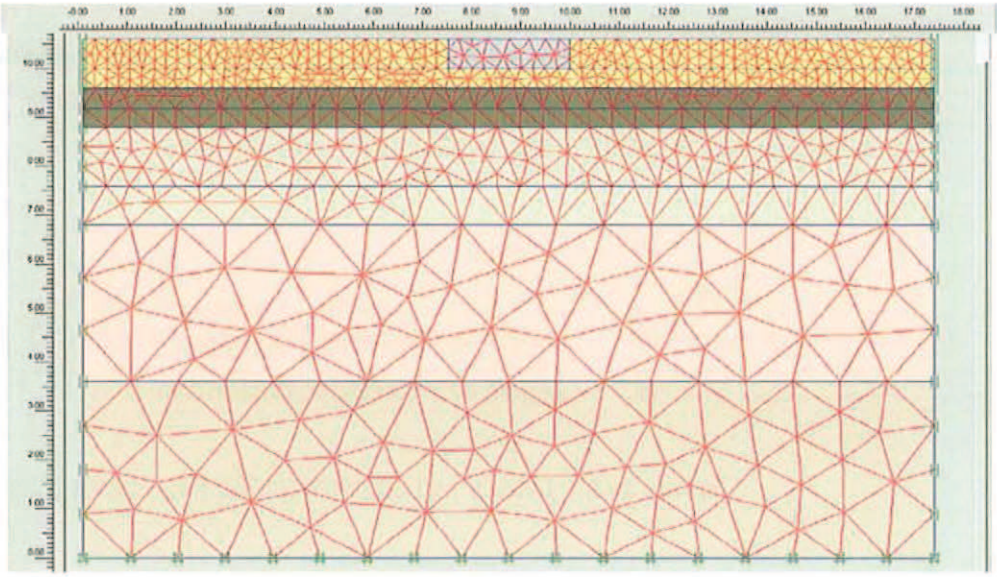


Figura 4 Malla de elementos finitos (B = 2,50 m)

Las cargas transmitidas por los pilares a la cimentación no son uniformes. En la zona donde se prevé un forjado, las cargas son mayores. Si bien, se hace notar que en esa zona, se han previsto unas vigas transversales a la dirección de los pilares. La consideración de estas vigas, permite considerar que a efectos de determinar los

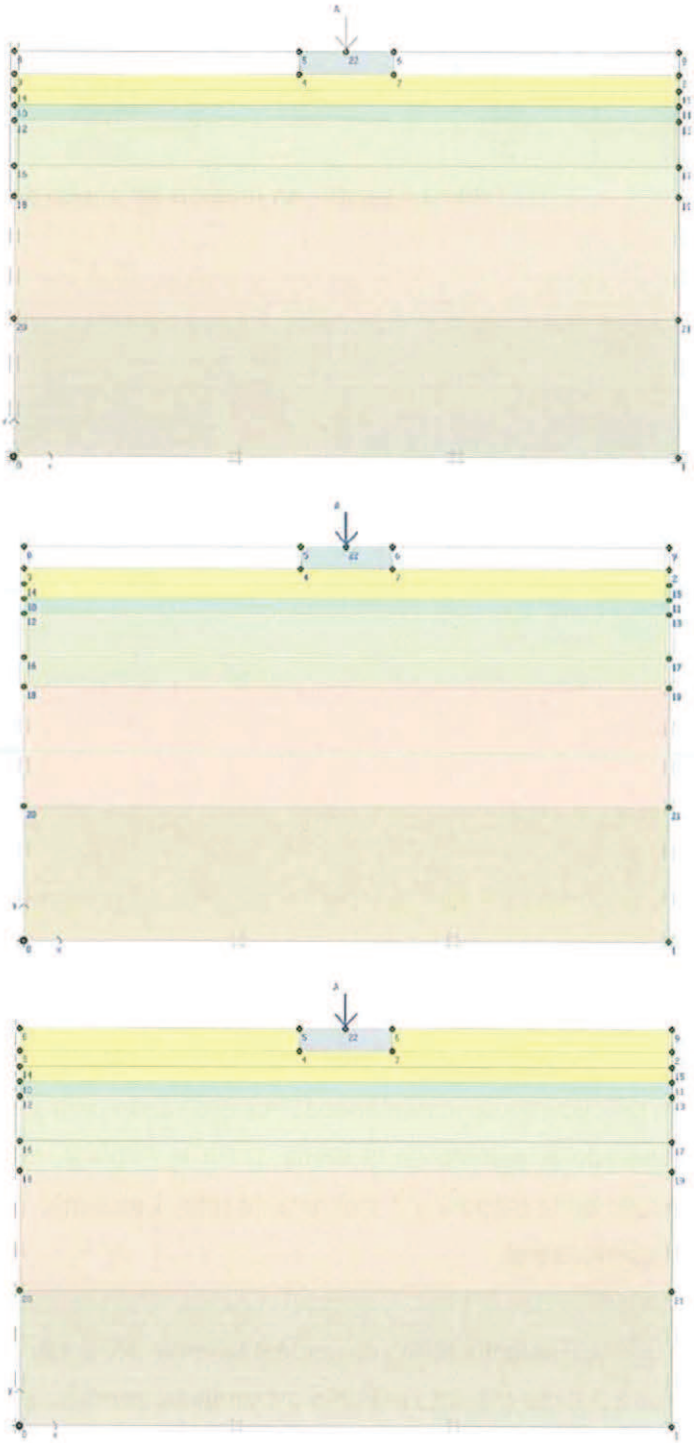


Figura 5 Etapas consideradas

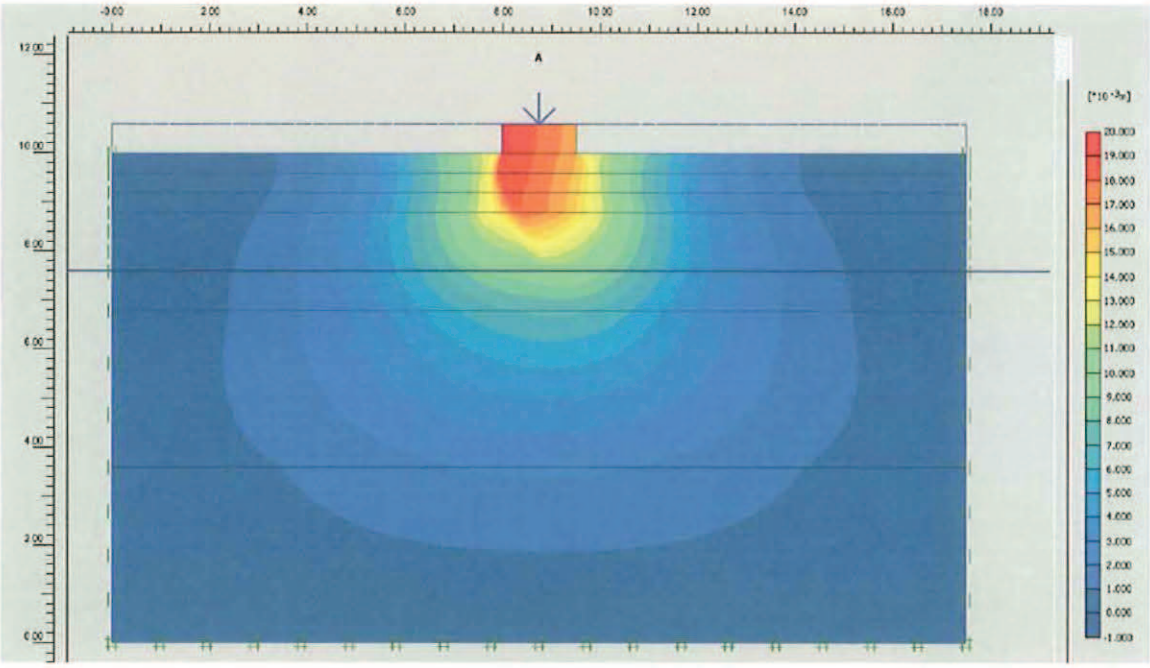


Figura 7 Asientos etapa 2 (B = 1,50 m)

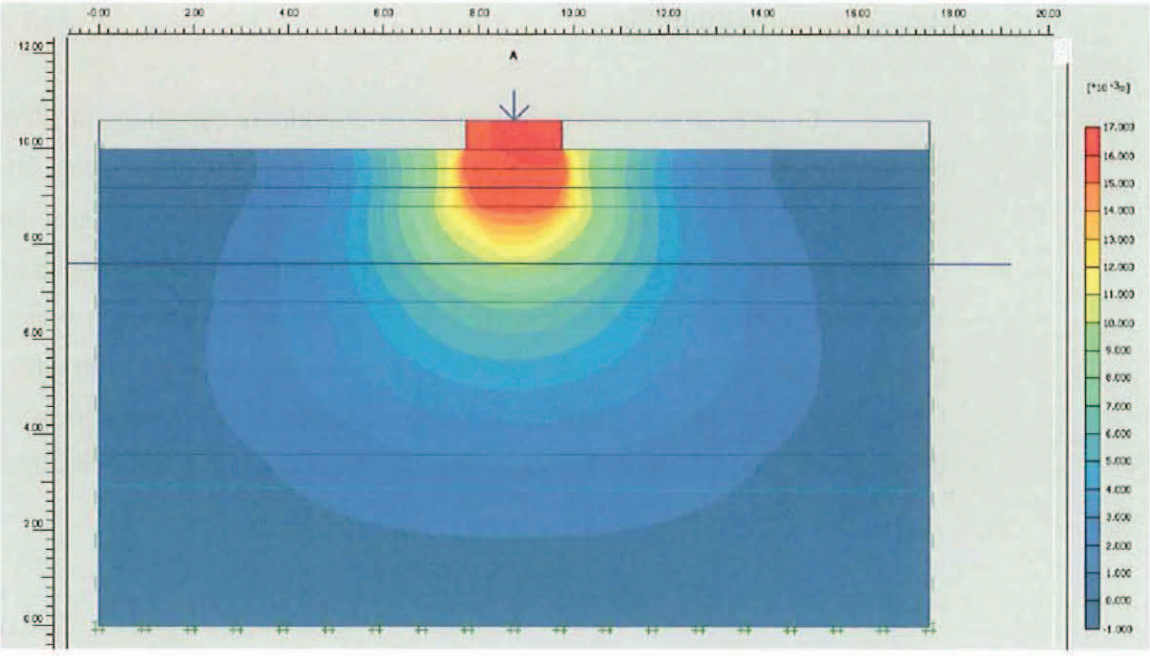


Figura 8 Asientos etapa 2 (B = 2,00 m)

APÉNDICE G. CIMENTACIÓN

Los cimientos son los elementos de la estructura encargados de transferir las cargas resultantes de la propia estructura del edificio, de las acciones que actúan en ella así como de las derivadas de su uso al terreno. Así, la definición de los cimientos viene fuertemente determinada por estas. No obstante, tan o más condicionante como las cargas transmitidas al terreno son las propias características de este.

En este caso, pese a la mala calidad del terreno dada su cercanía al mar y a la zona del delta, se ha considerado que las cimentaciones a llevar a cabo serán del tipo superficial dado la facilidad de ejecución y reducción del coste que su utilización representa frente a las cimentaciones profundas.

Concretamente se utilizarán tres tipos de zapatas. Para los pilares exteriores de los pórticos se utilizarán zapatas cuadradas, mientras que para los dos pilares internos de los pórticos se dispondrá una zapata rectangular combinada que recogerá ambos pilares. Para el muro de la fachada lateral se utilizará una zapata corrida a lo largo de esta.

Para el dimensionado de las zapatas se tendrán en cuenta los procedimientos descritos en el documento DB-SE-c del CTE y en lo descrito en la instrucción EHE-08 capítulo XII. Así mismo, se tendrán en cuenta los resultados obtenidos en el informe geotécnico adjunto en el Anexo X.

A partir de los resultados reflejados en el informe geotécnico, podemos obtener también la capacidad resistente del terreno. Para ello, se considerará el terreno como cohesivo y se supondrá una hipótesis de aplicación rápida de cargas, siendo la respuesta del terreno la correspondiente a condiciones no drenadas (Cu).
Dado que el nivel de suelo más limitante, en relación a la capacidad portante para el dimensionado de la cimentación, corresponde al más próximo a la capa de suelo seleccionada; se considerará la tensión admisible de este nivel a partir de la resistencia al corte sin drenaje correspondiente.
Utilizando la fórmula de Terzaghi para suelos cohesivos encontramos el valor de tensión admisible (qadm) correspondiente a la capa de suelo más limitante para la cimentación.

$$q_h = C_u N_c + \gamma H \tag{G.1}$$

$$q_{ahdm} = q_h / F_s \tag{G.2}$$

Dónde:

– Cu Resistencia a corte sin drenaje. Para el nivel considerado, Cu=30kPa
– Nc Factor de capacidad de carga de Terzaghi y Peck. En zapatas rectangulares Nc = 6,2.

– γ Densidad media para el terreno excavado de valor 20,0 kN/m2
– H Empotramiento de la zapata por debajo del nivel del terreno.
– Fs Factor de seguridad frente a hundimiento. Fs=3

Encontramos así:

$$q_h = 213KPa \tag{G.3}$$

$$q_{ahdm} = 71KPa \tag{G.4}$$

No obstante, para definir la tensión admisible que se debería considerar en función del ancho de zapata utilizado se asume que la carga se reparte en ambas direcciones ortogonales con un ángulo de 30º para las zapatas cuadradas o rectangulares y en una única dirección para el caso de zapata corrida [1].
En base a lo indicado y considerando que la carga de zapatas aisladas se aplicará a aproximadamente 1.60m por encima del estrato blando, obtenemos los siguientes valores de tensión admisible (qadm):

Zapatas cuadradas

ancho (m)	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5.5	6
qadm (kPa)	230,0	191,0	166,9	150,8	139,2	130,5	123,7	118.3	113,9

Tabla G.1: Tensión admisible según dimensiones (zapatas cuadradas).

Zapatas rectangulares

		Ancho A (m)								
		2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5
Ancho B (m)	2.5	191,0	178,5	169,7	163,0	157,8	153,7	150,3	147,5	145,1
	3	178,5	166,9	158,6	152,4	147,6	143,7	140,5	137,9	135,7
	3.5	169,7	158,6	150,8	144,8	140,2	136,6	133,6	131,0	128,9
	4	163,0	152,4	144,8	139,2	134,7	131,2	128,3	125,9	123,9
	4.5	157,8	147,6	140,2	134,7	130,5	127,0	124,2	121,9	119,9
	5	153,7	143,7	136,6	131,2	127,0	123,7	121,0	118,7	116,8
	5.5	150,3	140,5	133,6	128,3	124,2	121,0	118,3	116,1	114,2
	6	147,5	137,9	131,0	125,9	121,9	118,7	116,1	113,9	112,1
	6.5	145,1	135,7	128,9	123,9	119,9	116,8	114,2	112,1	110,3

Tabla G.2: Tensión admisible según dimensiones (zapatas rectangulares)

Zapatas Corrida

ancho (m)	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5.5	6
qadm (kPa)	143.7	129.2	119.5	112.5	107.4	103,3	100,1	97.4	95.2

Tabla G.3: Tensión admisible según dimensiones (zapatas corrida).

G.1. Dimensionamiento de zapata

El dimensionamiento de las zapatas se hará de manera distinta según el tipo de zapata, como se indica a continuación.

G.1.1. Zapatas cuadradas

Para el dimensionamiento de las zapatas correspondientes a los pilares exteriores del pórtico partimos de la geometría, los esfuerzos transferidos al terreno más limitadores, los resultados obtenidos en el informe geotécnico y de una serie de criterios relativos a las tensiones del terreno que deben ser cumplidos con las dimensiones finales.

– Geometría: zapatas cuadradas
– Esfuerzos a considerar: Nk=1102.4 kN Mk=15.3kNm
– σ adm = 150.8kPa, correspondiente a las dimensiones predimensionadas (ver tabla G.1)
– Criterios a cumplir:

Criterio 1:

$$\sigma_{med} \leq \sigma_{adm} \tag{G.5}$$

Criterio 2:

$$\sigma_{max} \leq 1{,}3\sigma_{adm} \tag{G.6}$$

Criterio 3:

$$\sigma_{min} \geq 0 \tag{G.7}$$

No obstante, para comprobar los criterios enumerados necesitamos predimensionar la zapata.
Así, se define una zapata con las siguientes dimensiones: B=3.5m; A=3.5m; H=0.9m

Con las dimensiones definidas pasamos a la comprobación.

<u>Criterio 1</u>

Siendo

$$\sigma_{med} = p + (N_k/B^2) \tag{G.8}$$

y p el peso propio de la zapata de canto (h) 0.9m y densidad de hormigón 25kN/m3.

Aplicando los valores enumerados encontramos σ med = 112.5kN/m2

Se cumple la condición σ med $\leq$ σ adm para el dimensionamiento indicado.

Criterio 2

Siendo

$$\sigma_{max} = p + (N_k/B^2) + (6M_k/B^3) \tag{G.9}$$

y p el peso propio de la zapata de canto (h) 0.9m y densidad de hormigón 25kN/m3

Aplicando los valores enumerados encontramos σ max = 114.6kN/m2

Se cumple la condición σ max $\leq$ 1.3σ adm para el dimensionamiento indicado.

Criterio 3

Siendo

Siendo

$$\sigma_{min} = p + (N_k/B^2) - (6M_k/B^3) \tag{G.10}$$

y p el peso propio de la zapata de canto (h) 0.9m y densidad de hormigón 25kN/m3

Aplicando los valores enumerados encontramos σ min = 110.36kN/m2

Se cumple la condición σ min $\geq$ 0 para el dimensionamiento indicado.

Como se ha comprobado, el dimensionado propuesto cumple los criterios necesarios, de modo que la zapata a utilizar tendrá las dimensiones siguientes:

A = 3.5m
B = 3.5m
H = 0.9m

G.1.2. Zapata rectangular combinada

El procedimiento para dimensionar una zapata común a dos pilares consiste en determinar el centro de presiones de la zapata, es decir, el punto de aplicación de la resultante de las solicitaciones transmitidas por los pilares.
De este modo, el dimensionamiento debe garantizar que las tensiones transmitidas al terreno son admisibles.
Con el fin de facilitar la proyección de la zapata, el centro de gravedad deberá coincidir con el punto de aplicación de la solicitación resultante.

Así, para los pilares centrales del pórtico se proyectará una zapata combinada con carga centrada y, consecuentemente, con una distribución uniforme de tensiones.

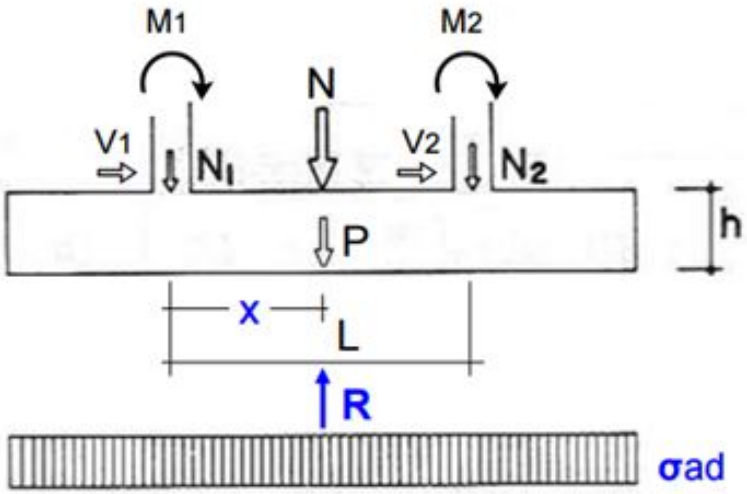


Figura G.1: Zapata combinada

El punto de aplicación de la solicitación resultante respecto la línea de acción de N1 viene definido por la ecuación

$$N * x = N2 * L \pm M1 \pm M2 \tag{G.11}$$

En nuestro caso, encontramos x = 1.07m, respecto el punto de aplicación de N1.

A partir del equilibrio de fuerzas dado entre las solicitaciones de la zapata y las tensiones del terreno encontramos el valor de la reacción producida en el terreno, siendo esta iguala la suma de la solicitación N y el peso propio de la zapata P.

$$R = N + P \tag{G.12}$$

Llegados a este punto, y para poder comprobar que se cumplen los criterios relativos a las tensiones, es necesario hacer un predimensionamiento de la zapata a proyectar. Dado la distancia entre los pilares recogidos por las zapatas rectangulares se opta por las siguientes dimensiones: A = 6m; B = 2.5m.

Para definir la última dimensión de nuestra zapata, el canto H, buscamos asegurar que se cumpla la condición de rigidez con el menor canto posible en base a la condición de vuelo para zapatas rígidas Vmax$\leq$2h.

Finalmente, obtenemos una zapata con las siguientes dimensiones y distribución de pilares sobre las cuales se llevarán a cabo las comprobaciones correspondientes.

A = 6m
B = 2.5m
H = 0.9m

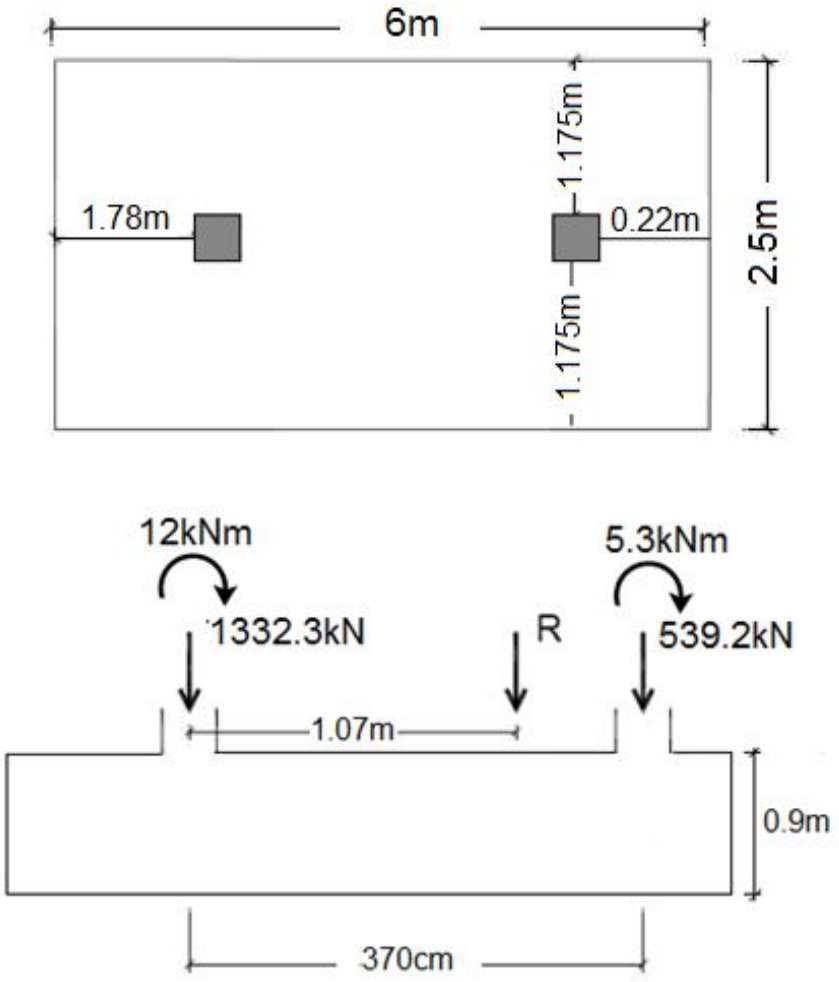


Figura G.2: Zapata rectangular

No obstante, aunque el canto sed la zapata predimensionada se haya definido en base a la relación de canto y vuelo, para verificar la hipótesis de cimiento rígido la zapata dimensionada debe cumplir otras relaciones de vuelo y vanos.

<u>Relación de vanos</u>

El vano entre los pilares abarcados por la zapata debe cumplir la siguiente condición:

$$L \leq (\pi/2)\sqrt[4]{(4EI)/(KB)} \tag{G.13}$$

Donde:

– E: modulo de deformación longitudinal del hormigón. E=20000 N/mm2
– I: momento de inercia de la sección. $I = Bh^3/12$

– K: coeficiente de balasto de la zapata. Para un terreno cohesivo K=Ksp30 0.3/B. Siendo Ksp30 = 15Mn/m3 según el CTE.

Para la zapata con las dimensiones definidas obtenemos un valor de vano de 14.23m, el cual cumple la condición ya que 3.4¡=14.23

Relación de vuelos

El vuelo máximo dado en la zapata definida debe cumplir la siguiente condición:

$$V \leq (\pi/4)\sqrt[4]{(4EI)/(KB)} \tag{G.14}$$

Donde:

– E: modulo de deformación longitudinal del hormigón. E=20000 N/mm2
– I: momento de inercia de la sección. I=Bh3/12
– K: coeficiente de balasto de la zapata. Para un terreno cohesivo K=Ksp30 0.3/B. Siendo Ksp30 = 15MN/m3 según el CTE.

Para la zapata con las dimensiones definidas obtenemos un valor de vuelo de 7.12, el cual cumple la condición ya que es mayor al vuelo máximo para la zapata proyectada (1.78m).

Dado que se cumplen las condiciones de vano y vuelo, podemos afirmar que se trata de un cimiento rígido y podemos pasar a verificar el cumplimiento de los criterios relativos a las tensiones.

Del mismo modo que para las zapatas cuadradas, se tendrán en cuenta la geometría, los esfuerzos transferidos al terreno más limitadores, los resultados obtenidos en el informe geotécnico y de una serie de criterios relativos a las tensiones del terreno que deben ser cumplidos con las dimensiones finales.

– Geometría: zapata combinada rectangular con carga centrada
– Esfuerzos a considerar: N1=1332.3 kN; N2=539.2kN ; M1=12kNm; M2=5.3kNm
– σadm= 147.5kPa, correspondiente a las dimensiones predimensionadas (Tabla G.2)
–Criterios a cumplir:

Criterio 1:

$$\sigma_{med} \leq \sigma_{adm} \tag{G.15}$$

Criterio 2:

$$\sigma_{max} \leq 1{,}3\sigma_{adm} \tag{G.16}$$

Criterio 3:

$$\sigma_{min} \geq 0 \tag{G.17}$$

Criterio 1

Siendo

$$\sigma_{med} = p + (N_k/B^2) \tag{G.18}$$

y p el peso propio de la zapata de canto (h) 0.9m y densidad de hormigón 25kN/m3.

Aplicando los valores enumerados encontramos σ med = 147.26N/m2

Se cumple la condición σ med $\leq$ σ adm para el dimensionamiento indicado.

Criterio 2

Siendo

$$\sigma_{max} = p + (N_k/B^2) + (6M_k/B^3) \tag{G.19}$$

y p el peso propio de la zapata de canto (h) 0.9m y densidad de hormigón 25kN/m3

Aplicando los valores enumerados encontramos σ max = 148.42kN/m2

Se cumple la condición σ max $\leq$ 1.3σ adm para el dimensionamiento indicado.

Criterio 3

Siendo

Siendo

$$\sigma_{min} = p + (N_k/B^2) - (6M_k/B^3) \tag{G.20}$$

y p el peso propio de la zapata de canto (h) 0.9m y densidad de hormigón 25kN/m3

Aplicando los valores enumerados encontramos σ min = 146.1.36kN/m2

Se cumple la condición σ min $\geq$ 0 para el dimensionamiento indicado.

Finalmente, dados los resultados de las comprobaciones, podemos asegurar que el dimensionado propuesto cumple los criterios necesarios y la zapata a utilizar tendrá las dimensiones siguientes:

A = 6m
B = 2.5m
H = 0.9m

G.1.3. Zapata corrida

Para el dimensionamiento de la zapata corrida es necesario hace una definición previa de los esfuerzos que esta deberá soportar. En este caso, las cargas a considerar serán de

carácter vertical y corresponderán al peso propio del muro y las cargas transmitidas por los forjados y por los extremos de los voladizos de las fachadas de lado aire y tierra.

Así, considerando que al ser una zapata corrida los cálculos se hará por unidad de longitud (1m), se definen un esfuerzo axial de 312.8kN/m y se considera el momento despreciable.

Para poder comprobar que se cumplen los criterios relativos a las tensiones es necesario predimensionar la zapata a proyectar. Se comprueba para una zapata de dimensiones: B = 4m; H = 0.9m

Como para el resto de tipos de zapatas, partimos de la geometría, los esfuerzos transferidos al terreno, los resultados obtenidos en el informe geotécnico y de una serie de criterios relativos a las tensiones del terreno que deben ser cumplidos con las dimensiones finales.

– Geometría: zapata corrida
– Esfuerzos a considerar: N = 312.8kN/m
– σadm= 107.4 kPa, correspondiente a las dimensiones predimensionadas (Tabla G.3)
–Criterios a cumplir:

Criterio 1:

$$\sigma_{med} \leq \sigma_{adm} \tag{G.21}$$

Criterio 2:

$$\sigma_{max} \leq 1{,}3\sigma_{adm} \tag{G.22}$$

Criterio 3:

$$\sigma_{min} \geq 0 \tag{G.23}$$

<u>Criterio 1</u>

Siendo

$$\sigma_{med} = p + (N_k/B^2) \tag{G.24}$$

y p el peso propio de la zapata de canto (h) 0.9m y densidad de hormigón 25kN/m3.

Aplicando los valores enumerados encontramos σ med = 100.7 N/m2

Se cumple la condición σ med $\leq$ σ adm para el dimensionamiento indicado.

<u>Criterio 2</u>

Siendo

$$\sigma_{max} = p + (N_k/B^2) + (6M_k/B^3) \tag{G.25}$$

y p el peso propio de la zapata de canto (h) 0.9m y densidad de hormigón 25kN/m3

Aplicando los valores enumerados encontramos σ max = 100.7 kN/m2

Se cumple la condición σ max $\leq$ 1.3σ adm para el dimensionamiento indicado.

Criterio 3

Siendo

Siendo

$$\sigma_{min} = p + (N_k/B^2) - (6M_k/B^3) \tag{G.26}$$

y p el peso propio de la zapata de canto (h) 0.9m y densidad de hormigón 25kN/m3

Aplicando los valores enumerados encontramos σ min = 100.7kN/m2

Se cumple la condición σ min $\geq$ 0 para el dimensionamiento indicado.

Dados los resultados de las comprobaciones, podemos asegurar que el dimensionado propuesto cumple los criterios necesarios y la zapata a utilizar tendrá las dimensiones siguientes:

B = 4m
H = 0.9m

G.2. Dimensionamiento armadura

Para el dimensionamiento de la armadura es necesario definir primero con que tipo de zapata estamos trabajando. Esto viene definido por la relación entre el canto y el vuelo de la zapata según la condición indicada en la G.3

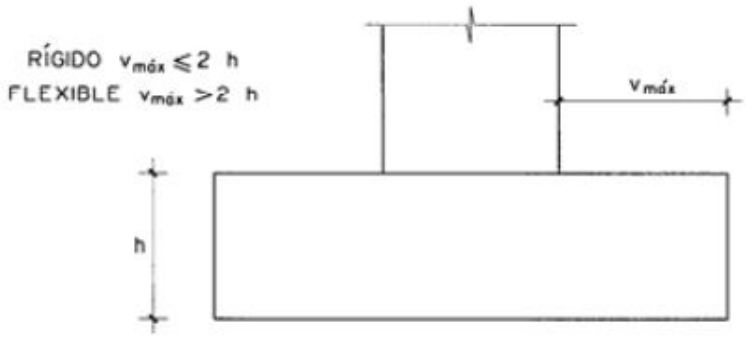


Figura G.3: Condición de vuelo

Una vez definido el tipo de zapata (rígida o flexible) podremos proceder al dimensionado de la armadura.

G.2.1. Zapatas cuadradas

Dadas las dimensiones de nuestra zapata (ver G.4) obtenemos que vmax = 1.6m, de modo que vmax $\leq$ 2h.

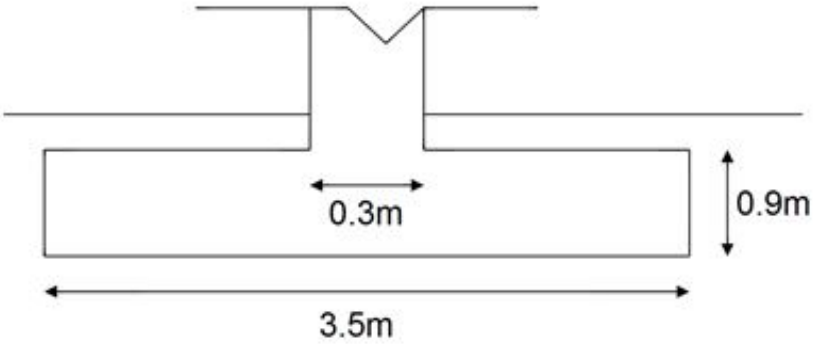


Figura G.4: Dimensiones zapata

Al darse esta relación entre el vuelo y el canto de la zapata, esta queda definida como un elemento de cimentación rígido por lo que solo será necesario armar la zapata a flexión. Así, podemos prescindir de disponer armadura transversal para la resistencia a cortante.

Para definir la armadura necesaria se utilizará el modelo de bielas y tirantes habiendo mayorado previamente las tensiones obtenidas por un coeficiente de 1.5. Este coeficiente corresponde al coeficiente de mayoración para las cargas variables y se utiliza para obtener un cálculo conservador y obtener un resultado del lado de la seguridad.

Modelo de bielas y tirantes

La armadura principal se obtendrá para resistir la tracción Td indicada en la G.5, que resulta:

$$T_d = (R_{ld}/0{,}85d)(x_i - 0{,}25a) = A_s f_{yd} \tag{G.27}$$

Tras mayorar las cargas y realizar los cálculos correspondientes encontramos los valores indicados en la G.4

σmax (KN/m2)	σmed (KN/m2)	σmin (KN/m2)	Rld (KN/m)	Xl(m)
161.7	157.4	153	279.2	0.88

Tabla G.4: Valores modelo bielas y tirantes.

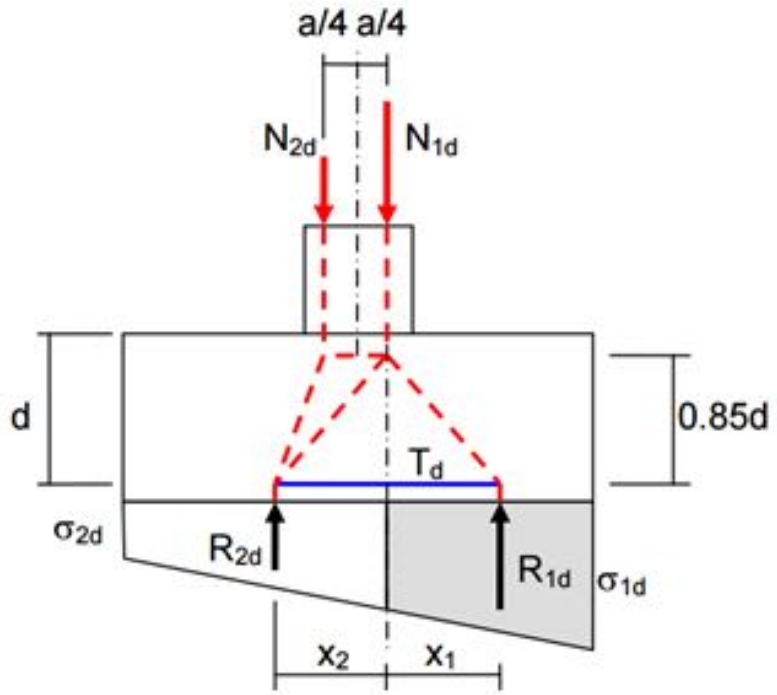


Figura G.5: Modelo bielas y tirantes

En base a los resultados obtenidos se puede determinar el valor de la tracción Td=293.8kN y el valor de la superficie de armadura As=8.45cm2.

No obstante, hay que comprobar que el valor de As encontrado es superior a la armadura mínima necesaria, la cual se define como:

$$A_{smin} = 0{,}001BH \tag{G.28}$$

y en nuestro caso es igual a 31.5cm2

Se definen las cuantías de armadura en base a este último valor. Así, se dispondrán barras de Φ16 a 0.22m.

La longitud del anclaje vendrá determinada por al expresión

$$l_d = m\phi^2 \tag{G.29}$$

dónde:
– m es la distancia entre barras.

Obtenemos así una longitud de anclaje de 56.3cm.

Al tratarse de una zapata cuadrada, no es necesaria calcular el armado en ambas direcciones ya que será el mismo.

G.2.2. Zapata rectangular combinada

En este caso, ya se ha verificado que la zapata utilizada es rígida, así que directamente se puede utilizar el modelo de bielas y tirantes para el dimensionado del armado. No obstante, en este caso esto deberá hacerse por separado para el armado en la dirección x y para el armado en dirección y ya que se trata de una zapata rectangular.

Armado eje x

A partir del modelo de bielas y tirantes y tras mayorar los valores de las tensiones con un factor conservador de 1.5, encontramos los valores indicados en la Tabla G.6.

σmax (KN/m2)	σmed (KN/m2)	σmin (KN/m2)	Rld (KN/m)	Xl(m)
222.63	220.89	219.15	277.2	0.625

Tabla G.5: Valores modelo bielas y tirantes.

En base a los resultados obtenidos se puede determinar el valor del cortante de cálculo Td=510.92kN y el valor de la superficie de armadura As=14.69cm2.

No obstante, hay que comprobar que el valor de As encontrado es superior a la armadura mínima necesaria, la cual se define como:

$$A_{smin} = 0{,}001BH \tag{G.30}$$

en nuestro caso es igual a 22.5cm2

Se definen las cuantías de armadura en base a este último valor. Así, se dispondrán barras de Φ16 a 0.19m.

La longitud del anclaje vendrá determinada por al expresión

dónde

$$l_d = m\phi^2 \tag{G.31}$$

– m es la distancia entre barras.

Obtenemos así una longitud de anclaje de 48.6cm.

Armado eje y

A partir del modelo de bielas y tirantes y tras mayorar los valores de las tensiones con un factor conservador de 1.5, encontramos los valores indicados en la Tabla G.6.

σmax (KN/m2)	σmed (KN/m2)	σmin (KN/m2)	Rld (KN/m)	Xl(m)
222.63	220.89	219.15	665.28	1.5

Tabla G.6: Valores modelo bielas y tirantes.

En base a los resultados obtenidos se puede determinar el valor del cortante de cálculo Td=1239.25kN y el valor de la superficie de armadura As=35.63cm2

No obstante, hay que comprobar que el valor de As encontrado es superior a la armadura mínima necesaria, la cual se define como:

$$A_{smin} = 0{,}001BH \tag{G.32}$$

en nuestro caso es igual a 54 cm2

Se definen las cuantías de armadura en base a este último valor. Así, se dispondrán barras de Φ16 a 0.23m.

La longitud del anclaje vendrá determinada por al expresión

dónde

$$l_d = m\phi^2 \tag{G.33}$$

– m es la distancia entre barras.

Obtenemos así una longitud de anclaje de 59 cm.

G.2.3. Zapata corrida

Antes de dimensionar el armado de la zapata es necesario definir si se trata de una cimentación rígida o flexible.
A partir de la relación vuelo-canto y de las dimensiones utilizadas para la zapata obtenemos vmax = 1.63m. Dado que se cumple la condición vmax $\leq$2h (para h=0.9m), se define la zapata corrida utilizada como un elemento de cimentación rígido.

Para definir la armadura necesaria se utilizará el modelo de bielas y tirantes habiendo mayorado previamente las tensiones obtenidas por un coeficiente de 1.5. Este coeficiente

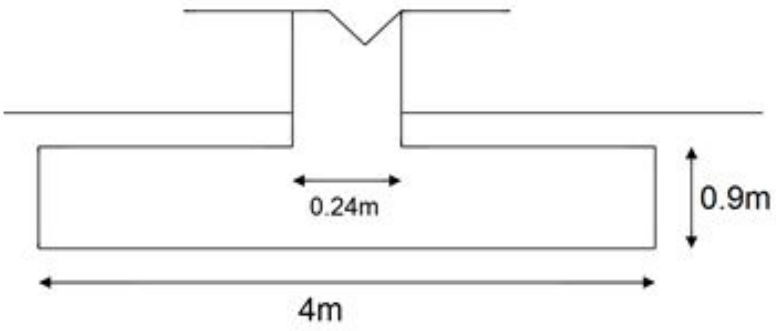


Figura G.6: Dimensiones zapata

corresponde al coeficiente de mayoración para las cargas variables y se utiliza para obtener un cálculo conservador y obtener un resultado del lado de la seguridad.

Del mismo modo que para las zapatas rectangulares, se calculará por separado el armado necesario en la dirección x y en la dirección y.

Armado eje X

Tras mayorar las cargas y realizar los cálculos correspondientes encontramos los valores indicados en la tabla G.8:

σmax (KN/m2)	σmed (KN/m2)	σmin (KN/m2)	Rld (KN/m)	Xl(m)
140.97	140.97	140.97	281.9	1

Tabla G.7: Valores modelo bielas y tirantes.

En base a los resultados obtenidos se puede determinar el valor de la tracción Td=346.4kN y el valor de la superficie de armadura As=10cm2.

No obstante, hay que comprobar que el valor de As encontrado es superior a la armadura mínima necesaria, la cual se define como:

$$A_{smin} = 0{,}001BH \tag{G.34}$$

en nuestro caso es igual a 36 cm2

Se definen las cuantías de armadura en base a este último valor. Así, se dispondrán barras de Φ16 a 0.23m.

La longitud del anclaje vendrá determinada por al expresión

dónde

$$l_d = m\phi^2 \tag{G.35}$$

– m es la distancia entre barras.

Obtenemos así una longitud de anclaje de 59 cm.

Armado eje Y

El procedimiento para definir la armadura dispuesta a lo largo del eje y es el mismo que para el eje x considerando la dimensión del muro en el eje y al cual corresponde la zapata corrida. De este modo, tras mayorar las cargas y realizar los cálculos correspondientes encontramos los valores indicados en la tabka **??**.

σmax (KN/m2)	σmed (KN/m2)	σmin (KN/m2)	Rld (KN/m)	Xl(m)
140.97	140.97	140.97	1691.4	6

Tabla G.8: Valores modelo bielas y tirantes.

En base a los resultados obtenidos se puede determinar el valor de la tracción Td=346.4kN y el valor de la superficie de armadura As=10cm2.

No obstante, hay que comprobar que el valor de As encontrado es superior a la armadura mínima necesaria, la cual se define como:

$$A_{smin} = 0{,}001BH \tag{G.36}$$

en nuestro caso es igual a 36 cm2

Se definen las cuantías de armadura en base a este último valor. Así, se dispondrán barras de Φ16 a 0.22m.

La longitud del anclaje vendrá determinada por al expresión

dónde

$$l_d = m\phi^2 \tag{G.37}$$

– m es la distancia entre barras.

Obtenemos así una longitud de anclaje de 56.3 cm.

APÉNDICE H. PRESUPUESTO

En este Apéndice se muestran los cálculos realizados para dar los valores del presupuesto:

CÓDIGO BEDEC	UNIDAD	CONCEPTO	COSTE (€)	MEDICIÓN	TOTAL (€)
DEMOLICIONES Y ACONDICIONAMIENTO PARCELA					
G21R1165	u	Tala controlada directa d'arbre < 6 m d'alçària, arrencant la soca, aplec de la brossa generada i càrrega sobre camió grua amb pinça, i transport de la mateixa a planta de compostatge (no més lluny de 20 km)	115.02	3	345.06
G21B1201	m	Desmuntatge de barrera de seguretat flexible i demolició d'ancoratges clavats a terra i situats cada 4 m, amb mitjans mecànics i càrrega sobre camió	6.16	85	523.60
G2191305	m	Demolició de vorada col·locada sobre formigó, amb compressor i càrrega manual i mecànica de runa sobre camió o contenidor	3.95	13	51.35
E2R642A9	m3	Càrrega amb mitjans mecànics i transport de residus inerts o no especials a instal·lació autoritzada de gestió de residus, amb camió per a transport de 20 t, amb un recorregut de més de 10 i fins a 15 km	6.23	30	186.90
F6A19405	m	Reixat d'acer d'alçària 2 m amb tela metàl·lica de torsió simple amb acabat galvanitzat, de 50 mm de pas de malla i diàmetre 2,7 i 2,7 mm, pals de tub galvanitzat de diàmetre 50 mm col·locats cada 3 m ancorats a l'obra i part proporcional de pals per a punts singulars	31.80	200	6360.00
MOVIMIENTO TIERRAS					
G22D2011	m2	Esbrossada del terreny de menys de 2 m, amb mitjans mecànics i càrrega mecànica sobre camió	0.85	2000	1700.00
E2R350A9	m3	Transport de terres a instal·lació autoritzada de gestió de residus, amb camió de 20 t i temps d'espera per a la càrrega amb mitjans mecànics, amb un recorregut de més de 10 i fins a 15 km	4.73	766.27	3624.46
F91A1220	m3	Estabilització d'esplanada "in situ", per a l'obtenció de S-EST2, amb calç aèria CL 90	20.66	357.6	7388.02
E2213222	m3	Excavació per a rebaix en terreny fluix (SPT <20), realitzada amb pala excavadora i càrrega directa sobre camió	3.08	193.05	594.59
E222122A	m3	Excavació de rasa i pou de fins a 2 m de fondària, en terreny fluix (SPT <20), realitzada amb retroexcavadora i càrrega mecànica sobre camió	6.15	90	553.50
E2A15000	m3	Subministrament de terra adequada d'aportació	5.53	1000	5530.00
CIMENTACIONES					
E3Z112P1	m2	Capa de neteja i anivellament de 10 cm de gruix de formigó HL-150/P/20 de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat des de camió	10.60	215.3	2282.18
E31522H1	m3	Formigó per a rases i pous de fonaments, HA-25/B/20/IIa, de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat des de camió	77.15	193.77	14949.36
E3C515G3	m3	Formigó per a lloses de fonaments, HA-25/P/20/IIa, de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat amb cubilot	85.10	608	51740.80
G31B3100	kg	Armadura de rases i pous AP500 S en barres de diàmetre com a màxim 16 mm, d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2	1.15	5040.87624	5797.01
FORJADO					
14LM111A	m2	Formació de sostre 10 cm de gruix total, amb planxes col·laborants d'acer galvanitzat, de gruix 0,75 mm, de 200 - 210 mm de pas de malla, per a una sobrecàrrega (ús+permanents) de 4 a 5 kN/m2, llum menor de 2,8 m, amb una quantia de 1,5 kg/m2 d'armadura AP500 S d'acer en barres corrugades, armadura AP500 T en malles electrosoldades de 15x30 cm, 6 i 6 mm de D i una quantia de 0,067 m3/m2 de formigó per a sostres amb elements resistents industrialitzats, HA-25/P/10/I de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 10 mm, abocat amb cubilot	35.01	676.4	23680.76

FORJADO					
14LM111A	m2	Formació de sostre 10 cm de gruix total, amb planxes col·laborants d'acer galvanitzat, de gruix 0,75 mm, de 200 - 210 mm de pas de malla, per a una sobrecàrrega (ús+permanents) de 4 a 5 kN/m2, llum menor de 2,8 m, amb una quantia de 1,5 kg/m2 d'armadura AP500 S d'acer en barres corrugades, armadura AP500 T en malles electrosoldades de 15x30 cm, 6 i 6 mm de D i una quantia de 0,067 m3/m2 de formigó per a sostres amb elements resistents industrialitzats, HA-25/P/10/I de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 10 mm, abocat amb cubilot	35.01	676.4	23680.76
ESTRUCTURA					
445CBB63	m2	Llosa inclinada per a escala de 17 cm de gruix, de formigó vist HA-25/B/10/I, abocat amb bomba, amb esglaons de formigó fets a la vegada que la llosa de fins a 30 cm d'estesa, 20 cm d'alçària de frontal, encofrat amb tauler de fusta, armadura AP500 S d'acer en barres corrugades en una quantia de 20kg/ m2	229.63	30.8	7072.60
Pilares					
E441611D	kg	Acer S275J0 segons UNE-EN 10025-2, per a pilars formats per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura i cargols	1.57	4832.64	7587.24
Vigas					
E443931D	kg	Acer S355J0 segons UNE-EN 10025-2, per a bigues formades per peça composta, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura i cargols	1.74	22743	39572.82
Correas					
E44B6113	kg	Acer S275J0 segons UNE-EN 10025-2, per a corretja formada per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb cargols	1.83	58291.2	106672.90
Tirantes					
E448612D	kg	Acer S275J0 segons UNE-EN 10025-2, per a traves formades per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura i cargols	1.86	115.08	214.05
Voladizos					
E448612D	kg	Acer S275J0 segons UNE-EN 10025-2, per a traves formades per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura i cargols	1.86	244	453.84

CERRAMIENTOS					
Cubierta					
15113NCF	m2	Coberta invertida transitable amb pendents de formigó cel·lular, capa separadora, impermeabilització amb una membrana d'una làmina de densitat superficial 3,8 kg/m2 amb làmina de betum modificat LBM(SBS)-40-FP de 160 g/m2, aïllament amb plaques de poliestirè extruït de gruix 40 mm, capa separadora amb geotèxtil i acabat amb un paviment de terratzo sobre suports	97.73	854.4	83500.51
Fachada					
E6ME187E	m	Mur cortina amb perfils horitzontals i verticals ocults d'alumini lacat, amb una inèrcia de 200 a 1000 cm4, per a col·locar vidres exteriors encolats, fixats amb elements específics a l'estructura	335.42	150.7	50547.79
	m2	Vidre laminar 6+6	104.24	602.8	62835.87
16181100	m2	Paret de tancament d'una cara vista de 15 cm de gruix de bloc foradat de morter ciment, de 400x150x200 mm, llis, gris amb components hidrofugants, categoria I segons la norma UNE-EN 771-3 , col·locat amb morter mixt 1:2:10 de ciment pòrtland amb filler calcari, traves i brancals massissats amb formigó HA-25/P/20/I de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 20 mm, col·locat manualment, per a parets de blocs de morter de ciment i acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2 per a l'armadura de parets de blocs de morter de ciment	32.52	392.8	12773.86
EAM2U020	u	Porta corredera d'apertura automàtica, de dues fulles de 100x210 cm, i 2 vidres laterals fixes de 120x210 cm, amb vidres laminars 5+5 mm amb perfil superior e inferior d'alumini, llinda amb mecanismes i tapa d'alumini, 2 radars detectors de presència, 1 cèl·lula fotoelèctrica de seguretat i quadre de comandament de 4 posicions	4144.22	1	4144.22
Interior carton yeso					
E6524JDB	m2	Envà de plaques de guix laminat format per estructura doble normal amb perfileria de planxa d'acer galvanitzat, amb un gruix total de l'envà de 200 mm, muntants cada 600 mm de 70 mm d'amplària i canals de 70 mm d'amplària, 2 plaques tipus estàndard (A) a cada cara de 15 mm de gruix cada una, fixades mecànicament i aïllament de plaques de llana mineral de roca de resistència tèrmica >= 1,622 m2.K/W	52.56	405.7	21323.59
E8445300	m2	Cel ras continu de plaques de guix laminat tipus estàndard (A), per a revestir, de 15 mm de gruix i vora afinada (BA), amb perfileria de mestres fixades directament al sostre col·locades cada 600 mm, per a una alçària de cel ras de 4 m com a màxim	23.00	676.4	15557.20
baños - hidrófugo					
E6529JDB	m2	Envà de plaques de guix laminat format per estructura doble normal amb perfileria de planxa d'acer galvanitzat, amb un gruix total de l'envà de 200 mm, muntants cada 600 mm de 70 mm d'amplària i canals de 70 mm d'amplària, 2 plaques tipus hidròfuga (H) a cada cara de 15 mm de gruix cada una, fixades mecànicament i aïllament de plaques de llana mineral de roca de resistència tèrmica >= 1,622 m2.K/W	61.67	123.4	7610.08
vidrio					
E66E032R	m2	Mampara modular de 80 mm de gruix, formada per simple vidre laminar de seguretat de 6+6 mm de gruix, amb sistema de suspensió sobre perfileria oculta d'alumini extrusionat i junts termoplàstics per al segellat dels vidres i del perimetre dels taulers, col·locada	155.75	138.5	21571.38
obra: escaleras y ascensores					
E61BFM11	m2	Paret per a divisòria de gruix 20 cm amb bloc de formigó cel·lular curat en autoclau HCA, encadellat, categoria I, segons UNE-EN 771-4, de 625x250x200 mm i densitat 500 kg/m3, per a revestir, col·locat amb morter per a ram de paleta (T) segons UNE-EN 998-2	41.45	160	6632.00

CARPINTERIA Y OTROS					
1A231NC2	m2	Porta interior de fusta, pintada, amb porta de fulles batents de fusta per a un buit d'obra de 100x245 cm, amb bastiment per a envà, fulla batent i tapajunts de fusta. m2 de buit d'obra	171.59	45.305	7773.88
METALISTERIA Y VIDRERIA INTERIOR					
EAM11AD5	m2	Tancament de vidre lluna incolora trempada de 10 mm de gruix, amb una fulla batent, una tarja lateral i una tarja superior, col·locat amb fixacions mecàniques	278.86	69.29	19322.21
EB14B9KD	m	Passamà d'acer inoxidable 1.4301 (AISI 304) de 43 mm de diàmetre, acabat polit i abrillantat, amb suport de platines d'acer, fixat mecànicament	59.84	24.6	1472.06
PAVIMENTACIÓN					
Pavimento exterior - hormigón					
E9E1S01B	m2	Paviment de panot per a pas de vianants de color amb tacs de 20x20x4 cm, sobre suport de 3 cm de sorra, col·locat a l'estesa amb sorra-ciment de 250 kg/m3 de ciment pòrtland i beurada de color amb ciment blanc de ram de paleta	31.92	270	8618.40
Pavimento interior - cerámica					
E9DC1P14	m2	Paviment interior, de rajola de gres porcellànic premsat esmaltat, grup BIa (UNE-EN 14411), de forma rectangular o quadrada, preu mitjà, d'1 a 5 peces/m2, col·locades amb adhesiu per a rajola ceràmica C1 (UNE-EN 12004) i rejuntat amb beurada CG2 (UNE-EN 13888)	32.36	1330	43038.80
E9U37191	m	Sòcol de rajola de gres porcellànic premsat esmaltat, de 8 cm d'alçària, col·locat amb adhesiu per a rajola ceràmica C1 (UNE-EN 12004) i rejuntat amb beurada CG1 (UNE-EN 13888)	6.70	200	1340.00
E9551125	m2	Paviment tècnic interior amb peus regulables i amb travessers d'acer galvanitzat per a una alçària de 20 a 600 mm, llosetes de 60x60 cm i 3 cm de gruix amb nucli de sulfat de calci, acabat superficial de gres porcellànic premsat i revestiment inferior d'alumini, classe 3 segons UNE-EN 12825	129.66	1330	172447.80
Pavimentación exterior parking - microcemento					
E9G11AB1	m2	Paviment de formigó HM-30/B/20/I+E, de 15 cm de gruix, amb acabat remolinat mecànic	19.76	1482	29284.32
JARDINERIA					
ER66255B	u	Plantació d'arbust o arbre de petit format en contenidor de 10 a 25 l, excavació de clot de plantació de 50x50x40 cm amb mitjans manuals, en un pendent inferior al 35 %, reblert del clot amb terra de l'excavació barrejada amb un 10% de compost i primer reg	17.81	25	445.25
ER66233B	u	Plantació d'arbust o arbre de petit format en contenidor de 3 a 5 l, excavació de clot de plantació de 40x40x30 cm amb mitjans manuals, en un pendent inferior al 35 %, reblert del clot amb terra de l'excavació barrejada amb un 10% de compost i primer reg	7.16	25	179.00

SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO					
1ASAF1DF	u	Porta tallafocs metàl·lica, EI2-C 60 una fulla batent per a una llum de 100x205 cm, preu alt amb finestreta i tanca antipànic, amb retenidor electromagnètic per a porta tallafocs de fulles batents, amb caixa, amb polsador de desbloqueig, força de retenció de 1100 N, 24 V c.c. de tensió d'alimentació, amb placa ferromagnètica articulada, segons la norma UNE-EN 1155, per a col·locació mural, col·locada	507.25	4	2029.00
EM237NCG	u	Boca d'incendis equipada de 25 mm de diàmetre, BIE-25, formada per armari d'acer inoxidable per allotjament independent de mànega i extintor i mòdul per a polsador i alarma , amb porta per la mànega amb marc d'acer inoxidable i visor de metacrilat i porta per l'extintor d'acer inoxidable , inclosa BIE (debanadora d'alimentació axial abatible,mànega de 20 m i llança) i l'extintor de 6 kg, , i elements d'alarma (polsador rearmable, sirena i llum d'emergència) , per a col·locar encastada i en posició vertical, inclòs part proporcional d' accessoris i tot el petit material auxiliar de connexió i muntatge	679.90	2	1359.80
INSTALACIONES					
	€/planta	aire acondicionado	109600.00	2	219200.00
	€/planta	iluminación	30825.00	2	61650.00
	€/planta	cuadros eléctricos	38825.00	2	77650.00
	€/planta	instalación electrica	34250.00	2	68500.00
	€/planta	material sanitario, aseos, desague	8000.00	2	16000.00
	€	aguas freáticas y drenaje	6000.00	1	6000.00
	€	teleproceso	63700.00	1	63700.00
OTROS					
EL66218N	u	Ascensor elèctric d'adherència per a minusvàlids, per a 6 persones (450 kg), 1 m/s, sistema d'accionament de 2 velocitats, 2 parades (3 m), maniobra universal simple, portes d'accés de maniobrabilitat corredissa automàtica d'amplària 80 cm i alçària 200 cm d'acer inoxidable, cabina amb portes de maniobrabilitat corredissa automàtica d'acer inoxidable i qualitat d'acabats mitjana	20277.69	1	20277.69

SUBTOTAL		1393665.76
SEGURIDAD Y SALUD	3%	41809.97
SUBTOTAL		1435475.73
GASTOS GENERALES	13%	186611.84
BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	86128.54
TOTAL SIN IVA		1708216.12
IVA	21%	358725.38
TOTAL CON IVA		**2066941.50**

APÉNDICE I. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

En este anejo se explica con detalle la planificación del proyecto explicada de manera general en el apartado de *planificación del proyecto*.

La obra relativa a la ampliación de la terminal corporativa consta de dos fases, una primera fase de ampliación y una posterior de remodelación del edificio ya existente.

Se pretende construir primero el nuevo edificio para posteriormente, poder reubicar a los trabajadores de la planta superior en las nuevas oficinas y empezar con la fase de remodelación de la planta superior del edificio sin afectar así, la operativa de las empresas.

Por tanto, hasta que no se finalice la primera parte, de ampliación, no se podrá empezar con la segunda fase, de remodelación.

I.1. Asunciones iniciales

El plan de obra propuesto se ha desarrollado en base a las siguientes hipótesis: Personal: Una plantilla de personal permanente incluyendo jefe de obra, encargado, dos oficiales de primera, cuatro oficiales de segunda, ocho peones y cuatro maquinistas. Respecto el personal y recursos externos el contratista asumirá los medios que considere necesarios para cumplir con los plazos propuestos. Jornada laboral: Se considera una jornada laboral de 8h diarias, y 40h semanales, con sábado y domingo siendo días festivos y considerando los días festivos correspondientes en Cataluña. Queda a criterio del contratista establecer ampliación de trabajos a horario nocturno respetando las prescripciones de AENA y del ayuntamiento del Prat de Llobregat. Metodología: Se desarrolla el plan de obra mediante el uso del programario libre “Project Libre”.

I.2. Desarrollo detallado de la obra

I.2.1. FASE 1. Edificio Ampliación

1. Trabajos previos:
- Anuncios a AENA, ayuntamiento del Prat y los organismos pertenecientes.
- Realización de estudio aeronáutico de las servidumbres. Obtención de permisos.
- Contratación de recursos humanos y designación de entidades de obra. Acta de replanteo.
- Acondicionamiento de accesos a obra. Instalaciones provisionales de obra y señalización. Desbroce parcela, demoliciones y acondicionamiento de zonas de acopio. Replanteo general de la obra.

2. Movimiento de tierras:
- Retirada de rellenos antrópicos y traslado a vertedero. Compactación del suelo de apor-

tación hasta el nivel proyectado.
- Excavación de zanjas correspondientes a la red de drenaje y saneamiento así como las de servicios.

3. Cimentaciones:
- Replanteo y posterior excavación de las zapatas.
- Hormigonado de los elementos de cimentación.

4. Estructura:
- Inicio del proceso de fabricación de la estructura metálica en taller tan pronto como se inicie la cimentación de las zapatas, para que una vez tengan toda su resistencia se pueda ya instalar los elementos metálicos.
- Ejecución de los pilares de cemento tan pronto como la resistencia de las zapatas lo permita.
- Transporte y unión en obra de las partes que conforman los pórticos de vigas metálicas.
- Formación del forjado unidireccional mediante colocación de chapa grecada y hormigonado.

5. Cerramiento de Cubierta y Fachada:
- Montaje y fijación de los paneles de fachada de vidrio y de hormigón prefabricado.
- Colocación y fijación de la cubierta de pavimentación elevada.
- Montaje de canalones y empalmes con bajantes de cubierta. En paralelo al montaje de cubierta se habrán ejecutado las arquetas a pie de bajante y la instalación de la mayor parte de la red de drenaje y saneamiento.

6. Instalación de redes, pavimentación exterior y carpintería.
- Instalación de arquetas de servicios, ejecución de acometidas y demás elementos de dichas redes.
- Pavimentación de zonas peatonales y del parking.
- Ejecución de la carpintería de la terminal (puertas).

7. Urbanización y otros.

- Señalización horizontal, acondicionamiento de zonas ajardinadas y retirada de vallado perimetral.
- Retirada de instalaciones provisionales de obra y limpieza de parcela y demás zonas afectadas. Reposición de valla perimetral y pavimento demolidos al inicio de la obra.

I.2.2. FASE 2. Remodelación edificio existente

8. Trabajos preliminares:
Reubicación de las oficinas existentes en la terminal previa a la nueva terminal.

9. Trabajo interior:

Derribos de los tabiques de la planta superior del actual edificio que posteriormente se levantaran con la nueva distribución.

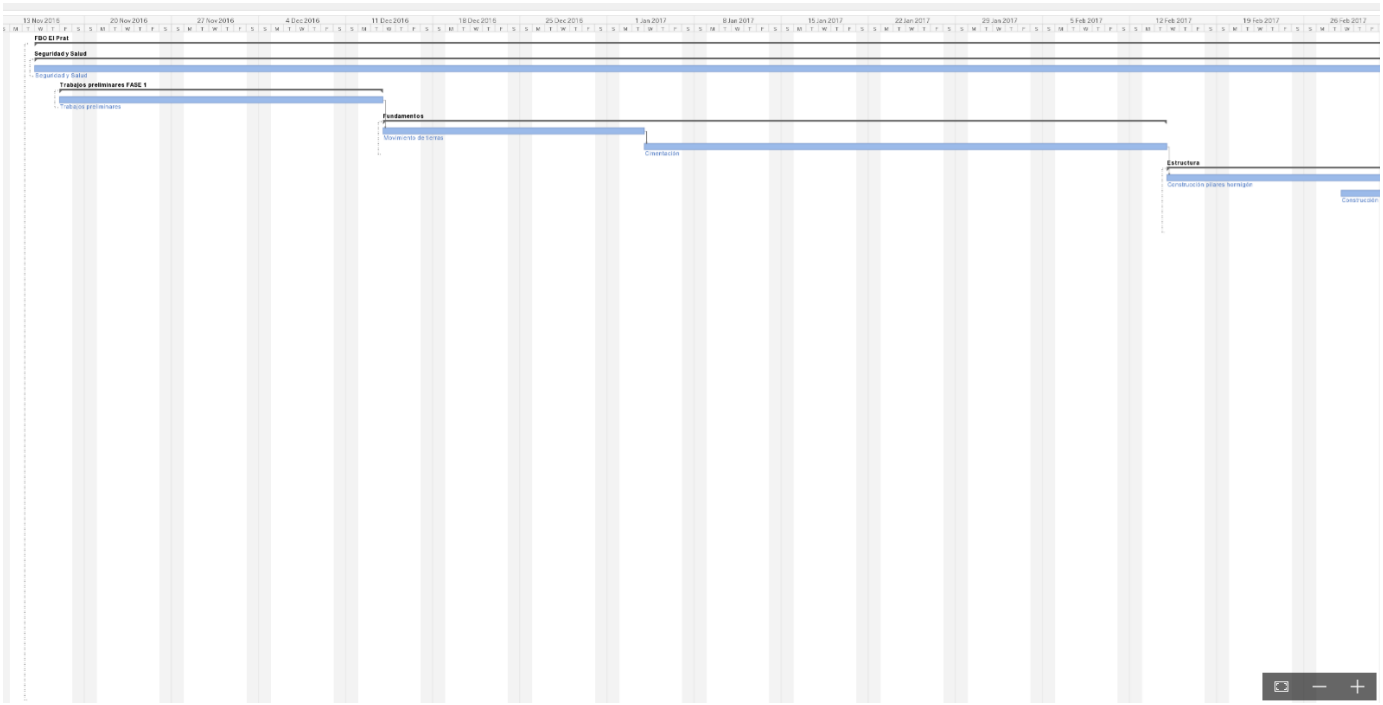
10. Acabados:
- Ejecución de nuevos tabiques divisorios de salas VIP en base a la nueva distribución planteada.
- Ejecución de la carpintería y acabados correspondientes.

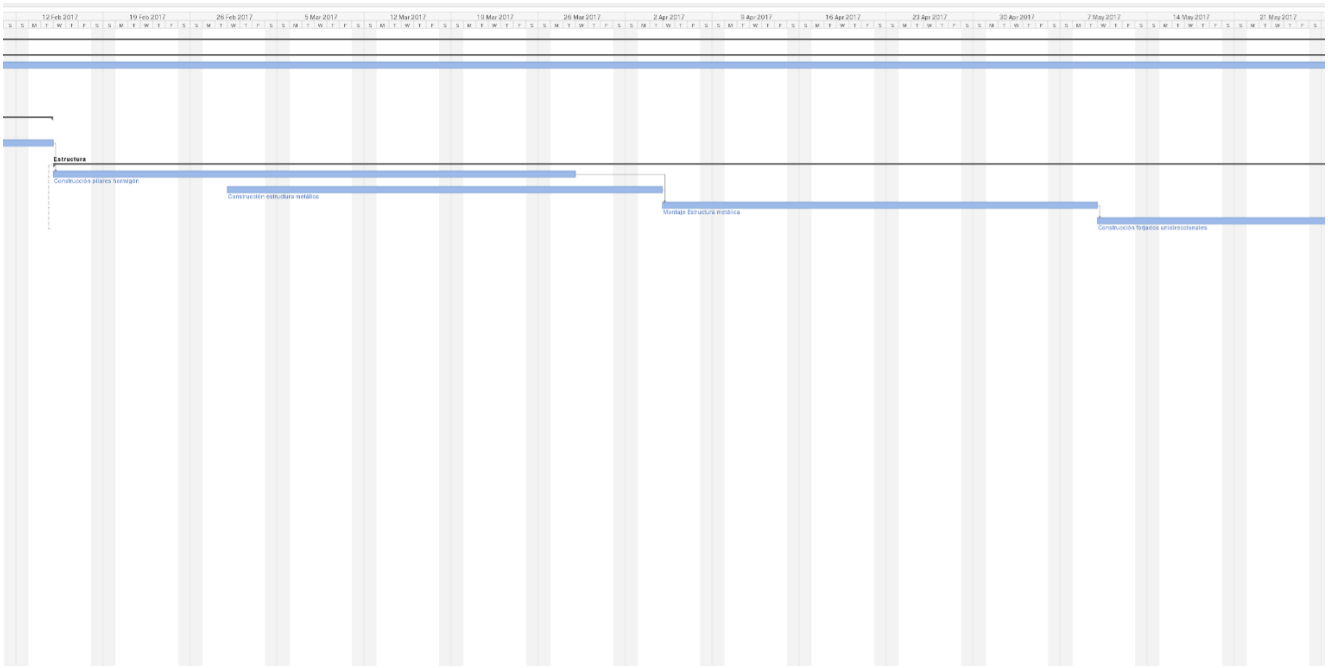
I.3. Diagrama de Gantt con Wrike

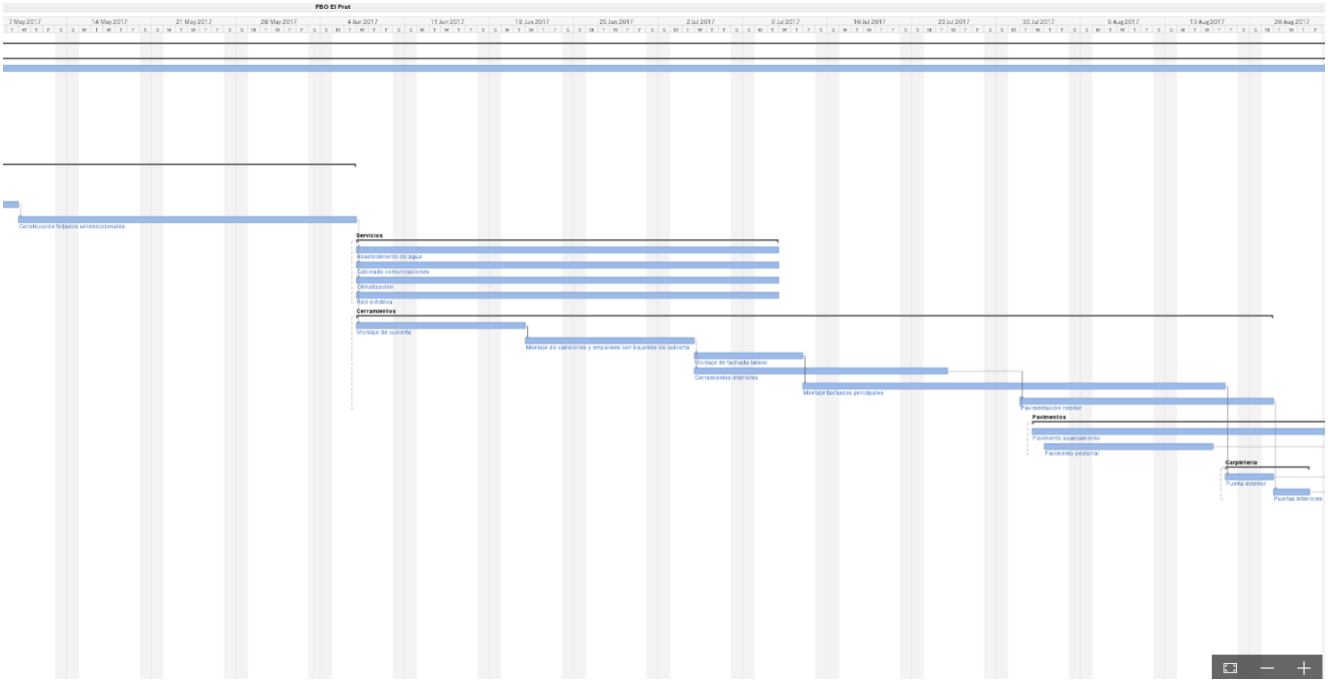
A continuación se presenta un diagrama de Gantt hecho con un software libre de administración de proyectos diseñado para administrar proyectos, planes, asignar recursos, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo llamado Wrike. En el se puede ver también la duración de cada tarea así como las dependencias entre todas ellas.

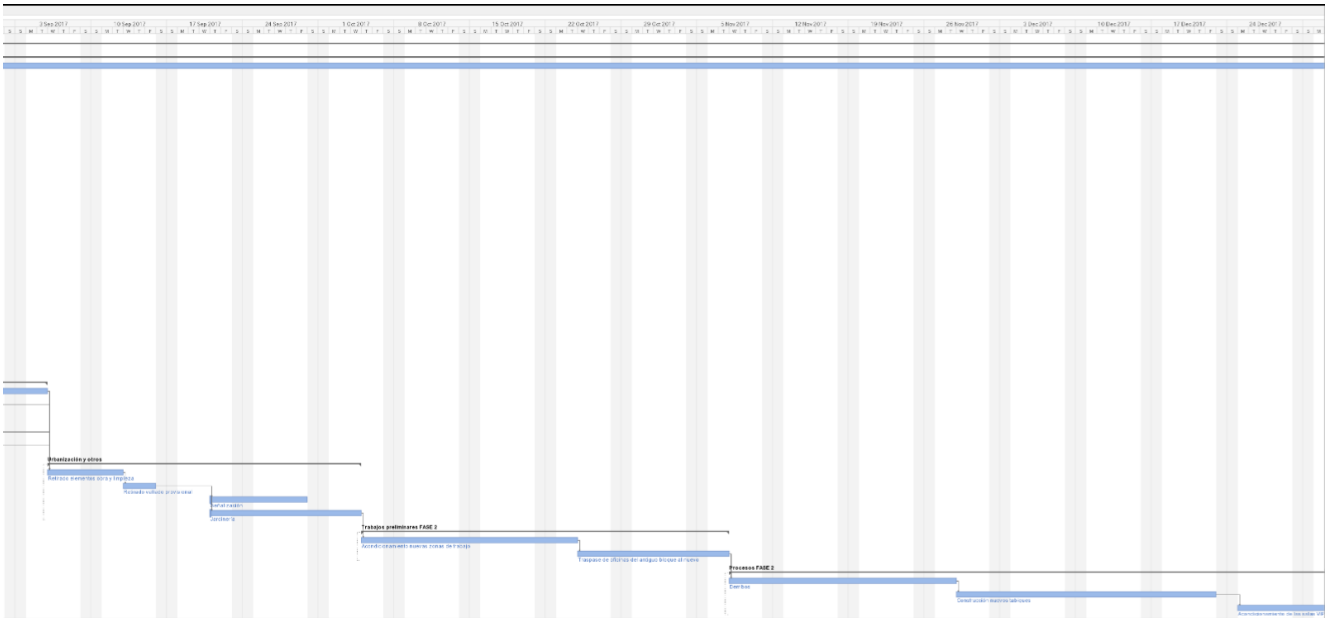
Key	Folder	Parent task	Title	Duration
1	**/**		**/Carpintería/**	**5 days**
2	/Carpintería/		Puertas interiores	3 days
3	/Carpintería/		Puerta exterior	2 days
4	**/**		**/Cerramientos/**	**82 days**
5	/Cerramientos/		Montaje de cubierta	10 days
6	/Cerramientos/		Montaje de canalones y empalmes con bajantes de cubierta	10 days
7	/Cerramientos/		Montaje de fachada lateral	7 days
8	/Cerramientos/		Montaje fachadas principales	25 days
9	/Cerramientos/		Pavimentación interior	15 days
10	/Cerramientos/		Cerramientos interiores	15 days
11	**/**		**/Estructura/**	**100 days**
12	/Estructura/		Construcción estructura metálica	25 days
13	/Estructura/		Montaje Estructura metálica	25 days
14	/Estructura/		Construcción forjados unidireccionales	20 days
15	/Estructura/		Construcción pilares hormigón	30 days
16	**/**		**/Fundamentos/**	**45 days**
17	/Fundamentos/		Cimentación	30 days
18	/Fundamentos/		Movimiento de tierras	15 days
19	**/**		**/Pavimentos/**	**35 days**
20	/Pavimentos/		Pavimento peatonal	10 days
21	/Pavimentos/		Pavimento aparcamiento	25 days
22	**/**		**/Procesos FASE 2/**	**43 days**
23	/Procesos FASE 2/		Derribos	15 days
24	/Procesos FASE 2/		Construcción nuevos tabiques	18 days
25	/Procesos FASE 2/		Acondicionamiento de las salas VIP	10 days
26	**/**		**/Seguridad y Salud/**	**298 days**
27	/Seguridad y Salud/		Seguridad y Salud	298 days
28	**/**		**/Servicios/**	**100 days**
29	/Servicios/		Abastecimiento de agua	25 days

30	/Servicios/	Red eléctrica	25 days
31	/Servicios/	Cableado comunicaciones	25 days
32	/Servicios/	Climatización	25 days
33	**/**	**/Trabajos preliminares FASE 1/**	**18 days**
34	/Trabajos preliminares FASE 1/	Trabajos preliminares	18 days
35	**/**	**/Trabajos preliminares FASE 2/**	**24 days**
36	/Trabajos preliminares FASE 2/	Traspase de oficinas del antiguo bloque al nuevo	10 days
37	/Trabajos preliminares FASE 2/	Acondicionamiento nuevas zonas de trabajo	14 days
38	**/**	**/Urbanización y otros/**	**25 days**
39	/Urbanización y otros/	Señalización	7 days
40	/Urbanización y otros/	Retirado vallado provisional	3 days
41	/Urbanización y otros/	Retirado elementos obra y limpieza	5 days
42	/Urbanización y otros/	Jardinería	10 days


13 Nov 2016
20 Nov 2016
27 Nov 2016
4 Dec 2016
11 Dec 2016
18 Dec 2016
25 Dec 2016
1 Jan 2017
8 Jan 2017
15 Jan 2017
22 Jan 2017
29 Jan 2017
5 Feb 2017
12 Feb 2017
19 Feb 2017
26 Feb 2017
FBO El Prat
Seguridad y Salud
Seguridad y Salud
Trabajos preliminares FASE 1
Trabajos preliminares
Fundamentos
Movimiento de tierras
Cimentación
Estructura
Construcción pilares hormigón
Construcción

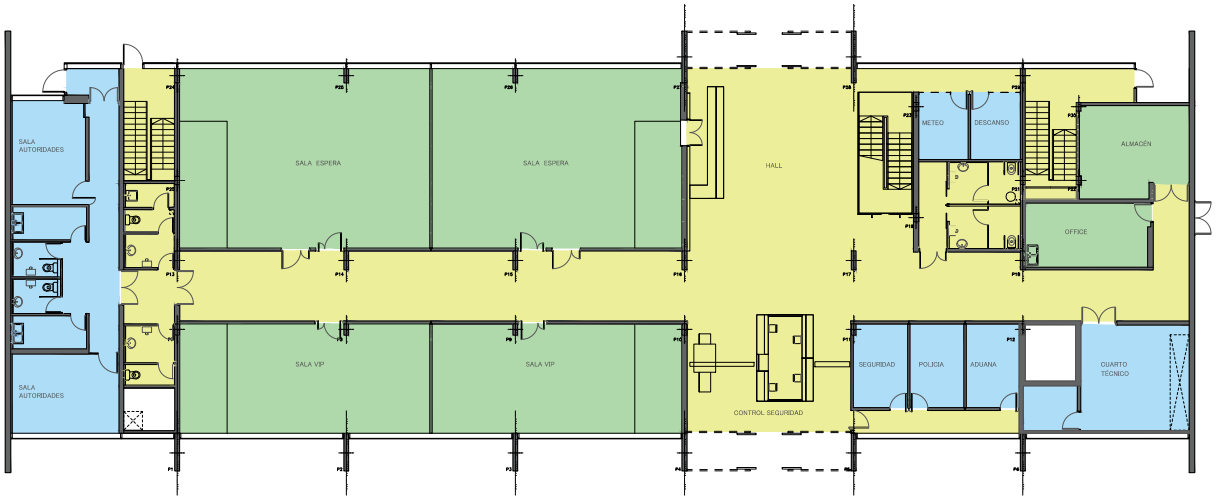

12 Feb 2017
19 Feb 2017
26 Feb 2017
5 Mar 2017
12 Mar 2017
19 Mar 2017
26 Mar 2017
2 Apr 2017
9 Apr 2017
16 Apr 2017
23 Apr 2017
30 Apr 2017
7 May 2017
14 May 2017
21 May 2017
Estructura
Construcción pilares hormigón
Construcción estructura metálica
Montaje Estructura metálica
Construcción fondos unidireccionales


PBO El Prat
7 May 2017
14 May 2017
21 May 2017
28 May 2017
4 Jun 2017
11 Jun 2017
18 Jun 2017
25 Jun 2017
2 Jul 2017
9 Jul 2017
16 Jul 2017
23 Jul 2017
30 Jul 2017
6 Aug 2017
13 Aug 2017
20 Aug 2017
Construcción forjados unidireccionales
Servicios
Abastecimiento de agua
Saneado comunicaciones
Climatización
Red eléctrica
Cerramientos
Montaje de cubierta
Montaje de canalones y empalmes con bajantes de cubierta
Montaje de fachada lateral
Cerramientos interiores
Montaje fachadas principales
Pavimentación interior
Pavimentos
Pavimento aparcamiento
Pavimento peatonal
Carpintería
Puerta exterior
Puertas interiores


Urbanización y otros
Retiro elementos otros y limpieza
Trabajos preliminares FASE 2
Acondicionamiento nuevas zonas de trabajo
Traspaso de oficinas del antiguo bloque al nuevo
Procesos FASE 2
Demolición maquinas laboriosas

APÉNDICE J. PLANOS

LADO TIERRA



LADO AIRE

AENA (198m²)
ZONAS COMUNES (520m²)
COMPAÑÍAS (458m²)

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

PROYECTO:

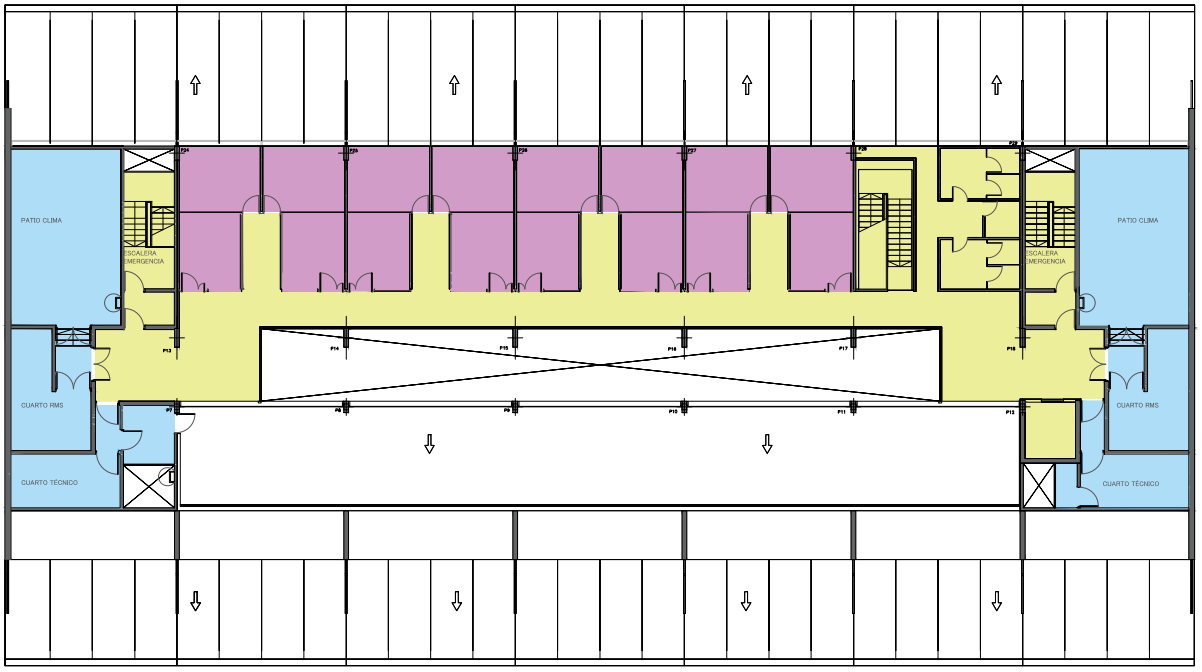
ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

PLANO: PLANTA 0

NUM. PLANO: 01

ESCALA: A3 1:200

LADO TIERRA



LADO AIRE

AENA (222m²)
ZONAS COMUNES (302m²)
OFICINAS AENA Y COMPAÑÍAS (247m²)

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

PROYECTO:

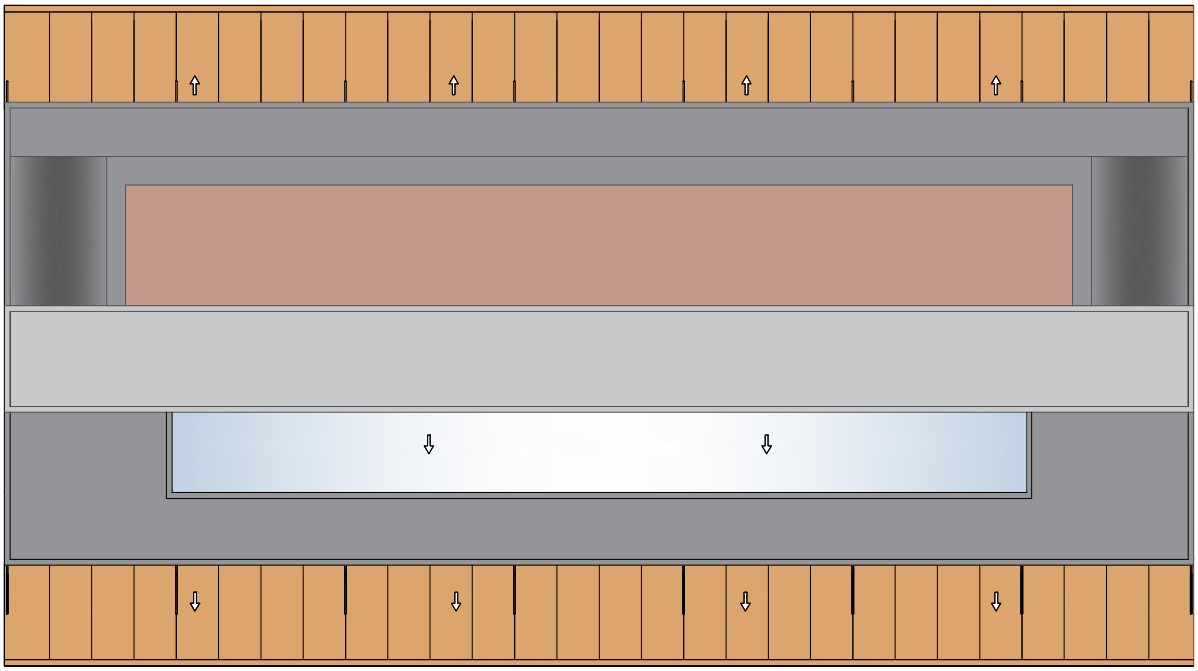
ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

PLANO: PLANTA 1

NUM. PLANO: 02

ESCALA: A3 1:200

LADO TIERRA



LADO AIRE

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

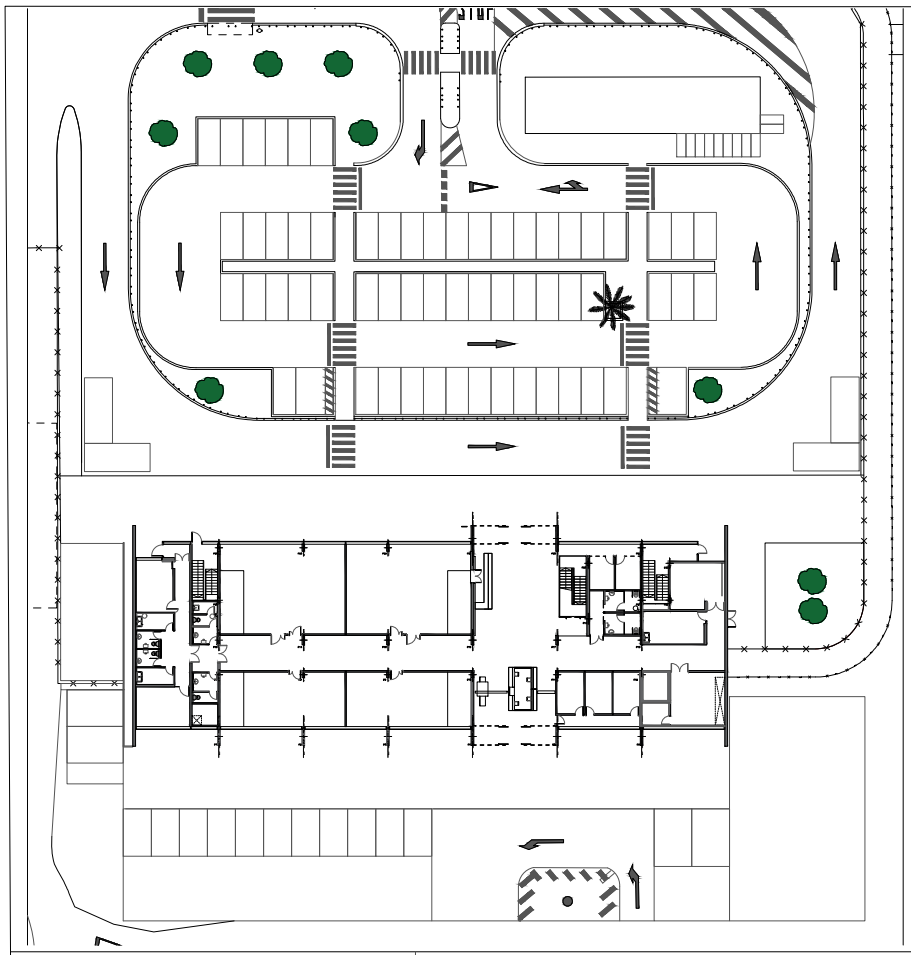
PROYECTO:

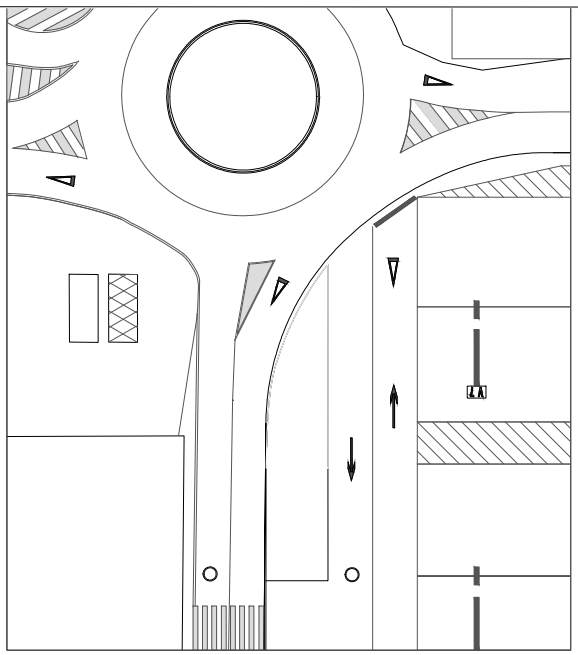
ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

PLANO: CUBIERTA

NUM. PLANO: 03

ESCALA: A3 1:200





Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

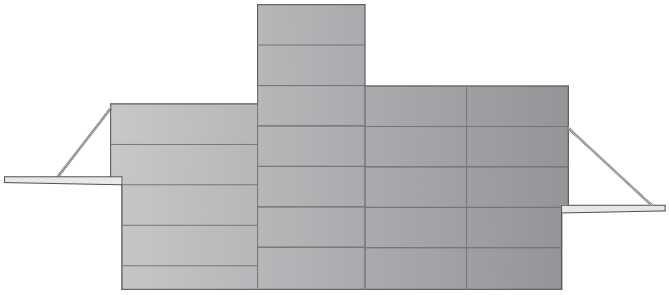
PROYECTO:

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

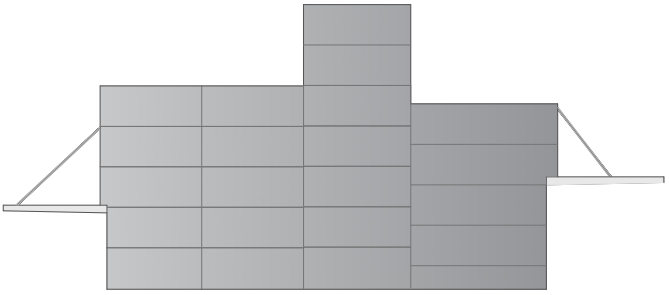
PLANO: EXTERIORES

NUM. PLANO: 04

ESCALA: A3 1:200



ALZADO ESTE



ALZADO OESTE

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

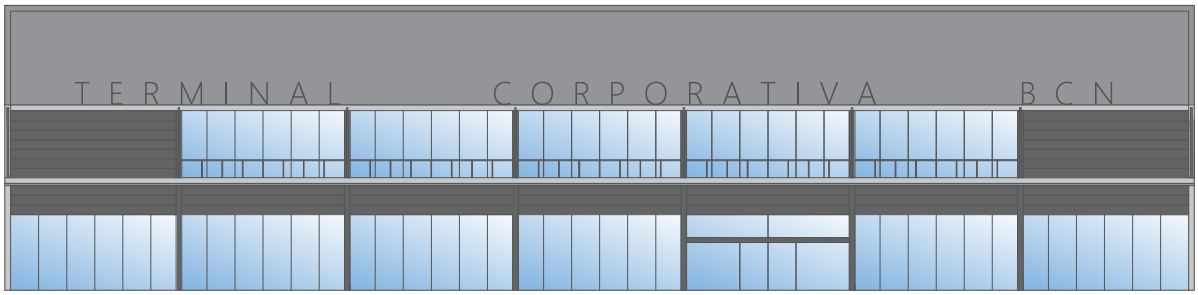
PROYECTO:

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

PLANO: ALZADOS ESTE Y OESTE

NUM. PLANO: 05

ESCALA: A3 1:200



Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

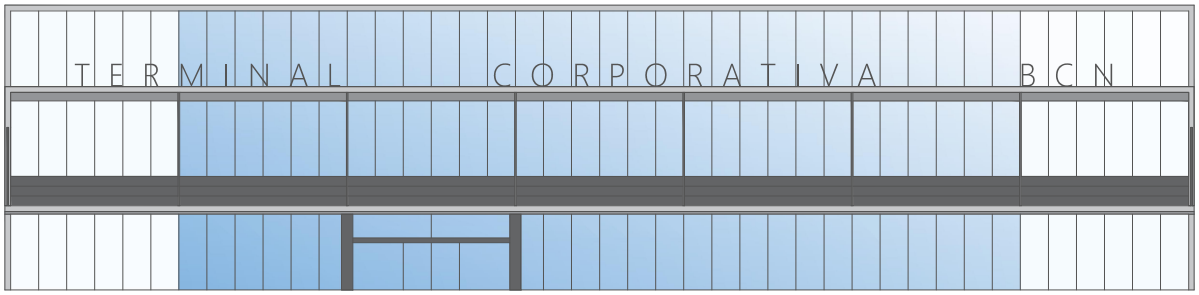
PROYECTO:

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

PLANO: FACHADA SUR (LADO AIRE)

NUM. PLANO: 06

ESCALA: A3 1:200



Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

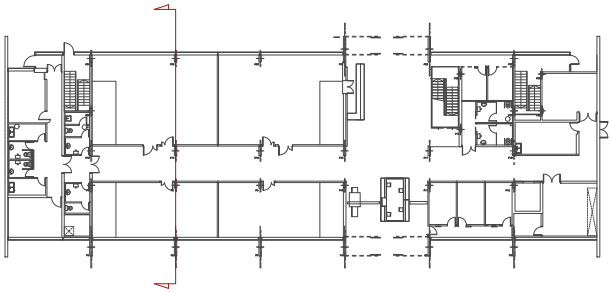
PROYECTO:

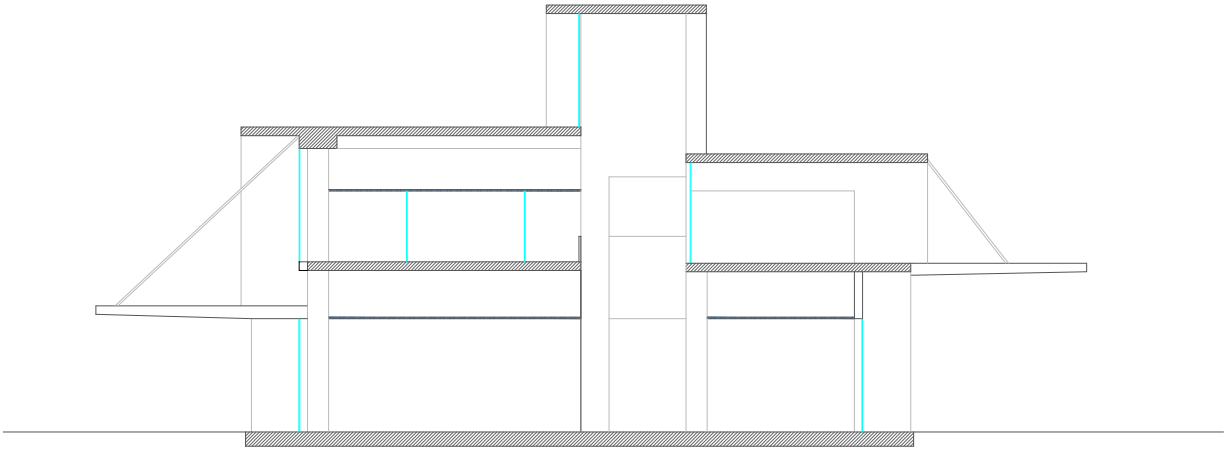
ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

PLANO: FACHADA NORTE (LADO TIERRA)

NUM. PLANO: 07

ESCALA: A3 1:200





FORJADO
FALSO TECHO

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

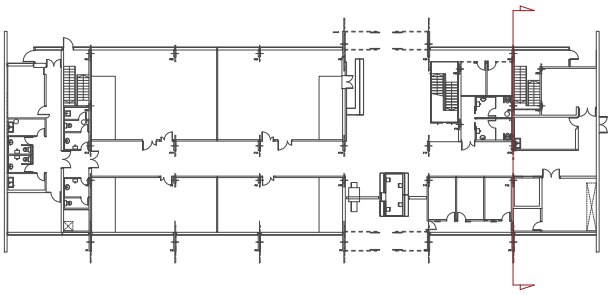
PROYECTO:

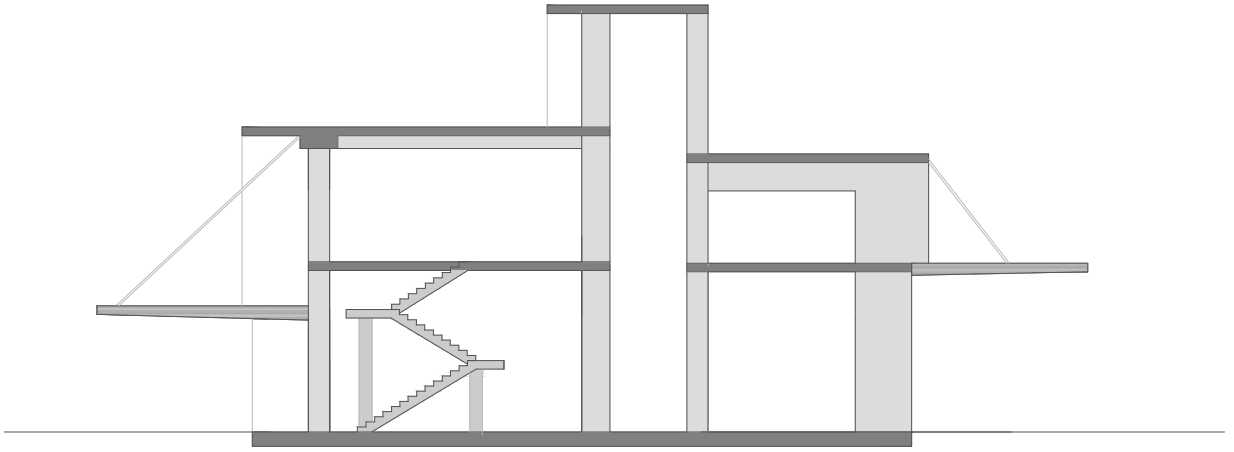
ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

PLANO: SECCIÓN TRANSVERSAL 1

NUM. PLANO: 08

ESCALA: A3 1:200





FORJADOS PÓRTICO
PILARES PÓRTICO

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

PROYECTO:

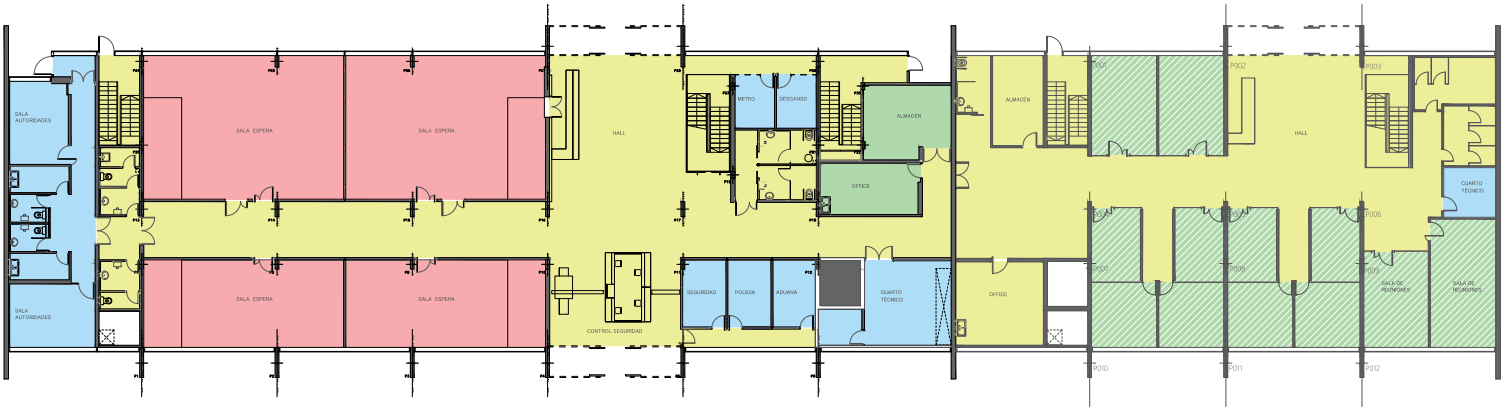
ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

PLANO: SECCIÓN TRANSVERSAL 2

NUM. PLANO: 09

ESCALA: A3 1:200

LADO TIERRA



LADO AIRE

AENA (209,5m²)
ZONAS COMUNES (864,8m²)
COMPAÑÍAS (52,5m²)
OFICINAS COMPAÑÍAS (263,7m²)
COMPAÑÍAS - SALAS DE ESPERA (405,5m²)

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

PROYECTO:

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

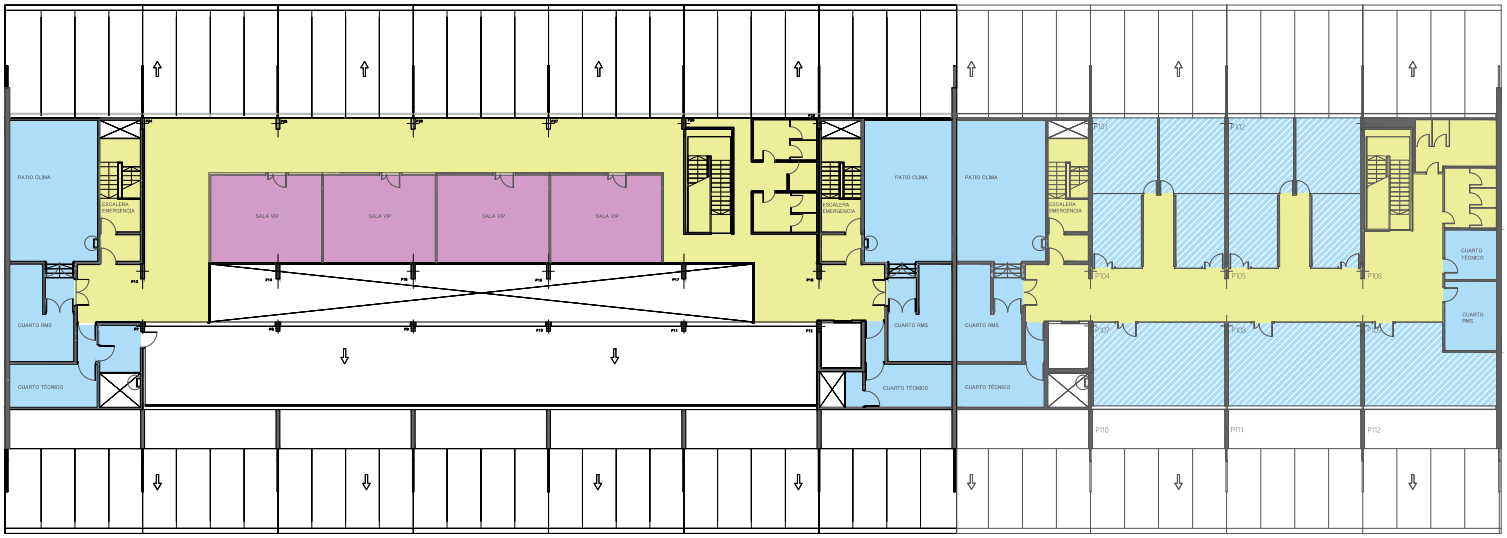
PLANO:

AMPLIACIÓN PLANTA 0

NUM. PLANO: 10

ESCALA: A3 1:250

LADO TIERRA

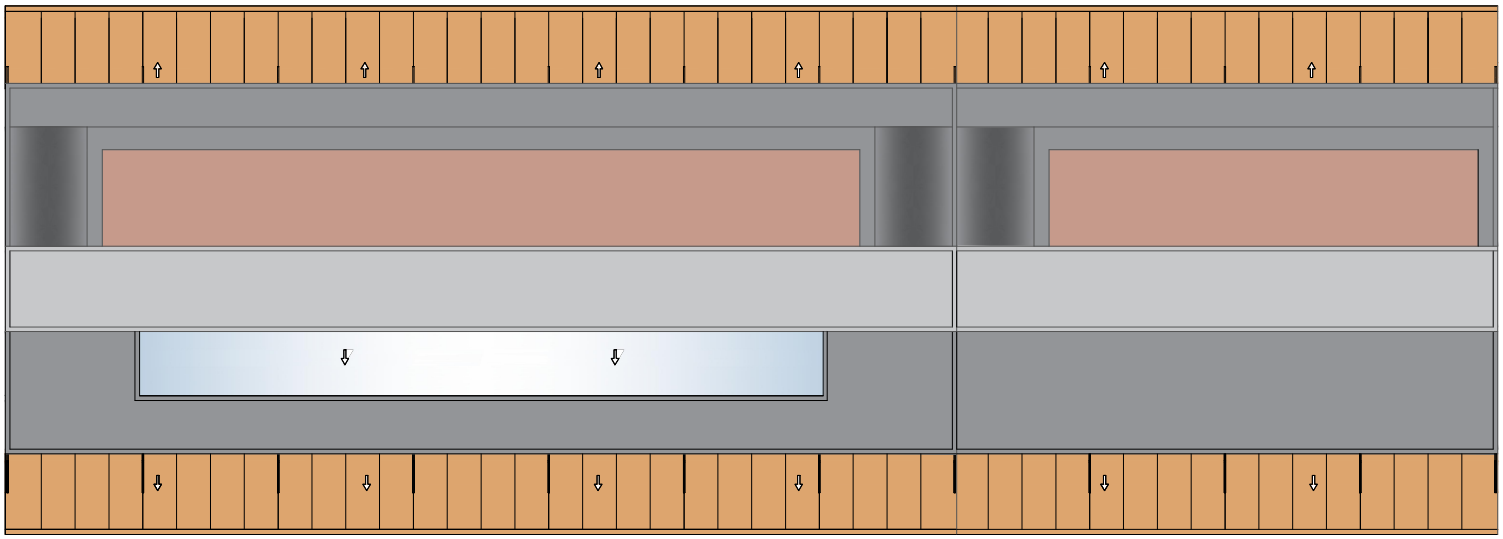


LADO AIRE

AENA (416m²)
AENA – OFICINAS (294m²)
SALAS VIP (173m²)
ZONAS COMUNES (310.5m²)

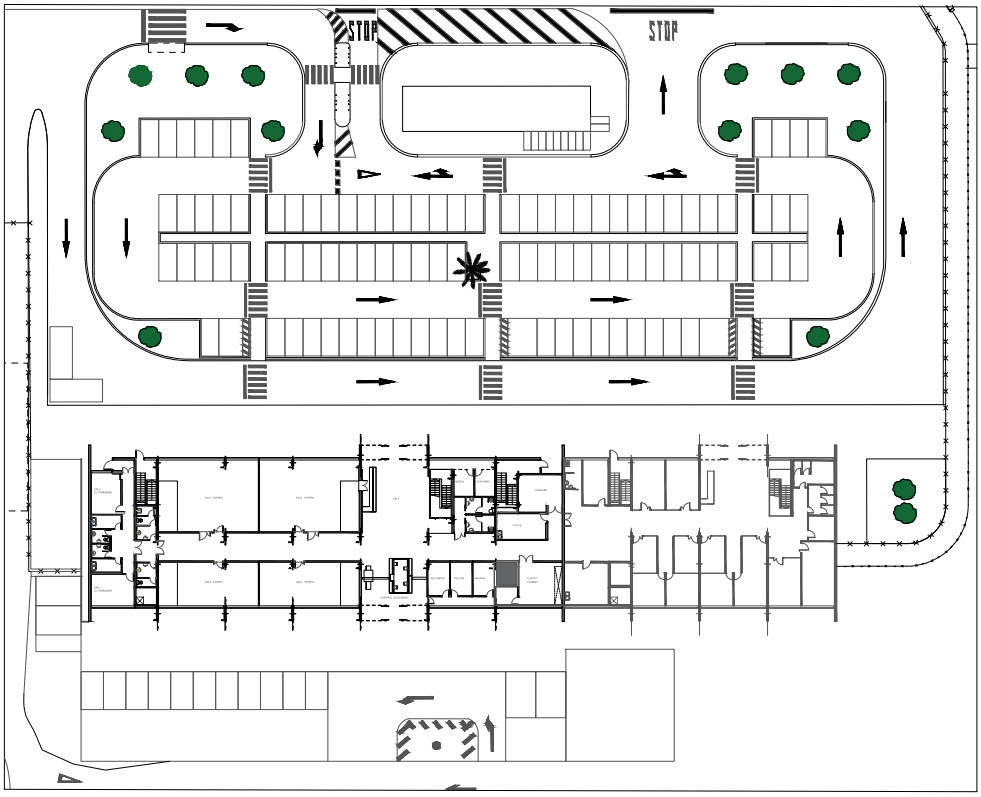
eetac Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH	PROYECTO: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT	PLANO: AMPLIACIÓN PLANTA 1	
		NUM. PLANO: 11	ESCALA: A3 1:250

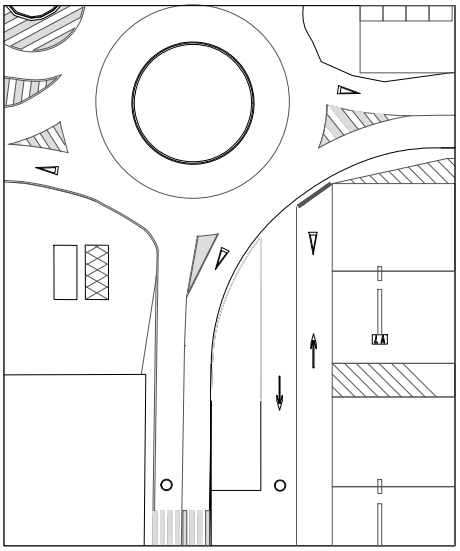
LADO TIERRA



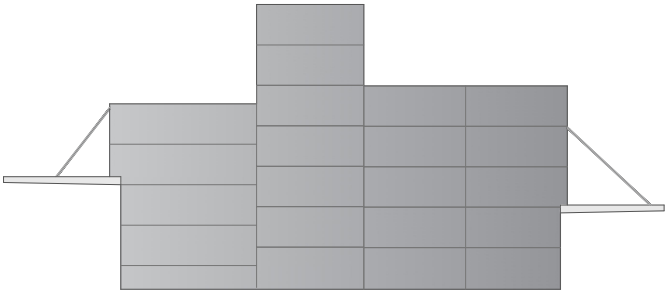
LADO AIRE

eetac Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH	PROYECTO: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT	PLANO: AMPLIACIÓN PLANTA CUBIERTA	
		NUM. PLANO: 12	ESCALA: A3 1:250

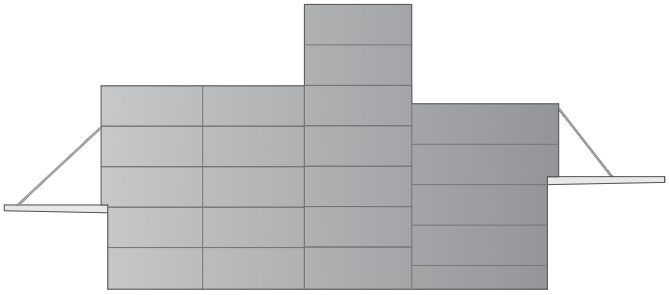




eetac Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH	PROYECTO: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT	PLANO: AMPLIACIÓN EXTERIORES	
		NUM. PLANO: 13	ESCALA: A3 1:250



ALZADO ESTE



ALZADO OESTE

eetac Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH	PROYECTO: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT	PLANO: ALZADOS ESTE Y OESTE	
		NUM. PLANO: 14	ESCALA: A3 1:200

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

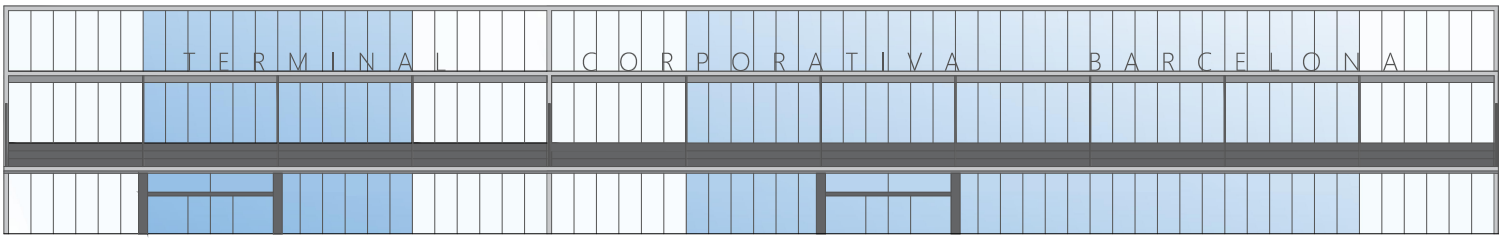
PROYECTO:

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

PLANO: FACHADA SUR - LADO AIRE

NUM. PLANO: 15

ESCALA: A3 1:250



Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

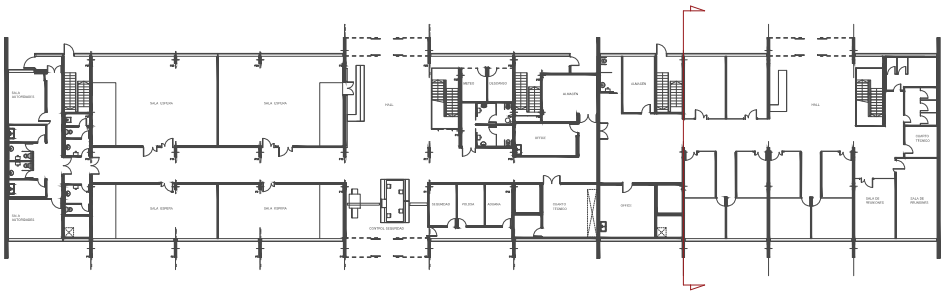
PROYECTO:

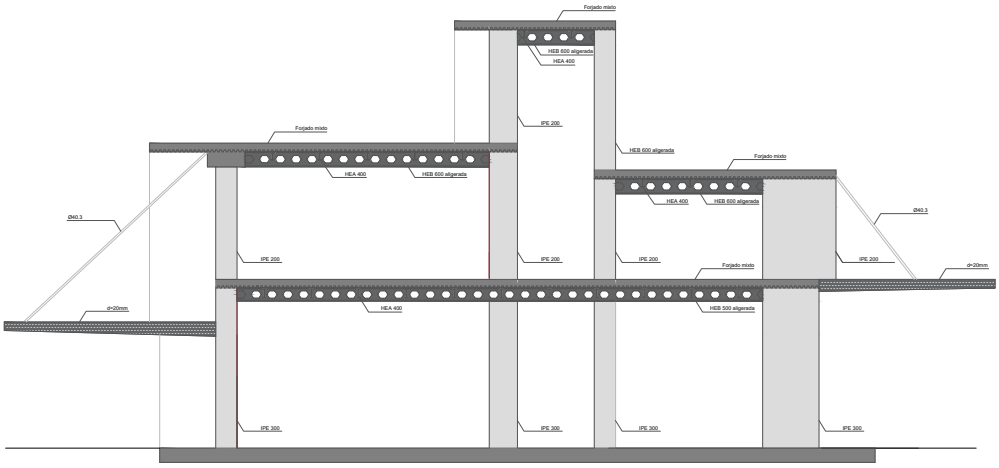
ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

PLANO: FACHADA NORTE - LADO TIERRA

NUM. PLANO: 16

ESCALA: A3 1:250





CUADRO PERFILES Y MATERIALES

ELEMENTO	PERFIL	MATERIAL
Forjado	Forjado mixto 10cm chapa e=1.2mm	Hormigón + acero
Correas cubierta	HEA 400	Acero S275
Correas planta	IPE 450	Acero S275
Vigas cubierta	HEB 600 aligerada	Acero S355
Vigas planta	HEB 500 aligerada	Acero S355
Pilares planta superior	IPE 200	Acero S275
Pilares planta baja	IPE 300	Acero S275
Voladizos	Cuadrado d=20mm	Acero S275
Tirantes	Hueco redondo Ø40	Acero S275

FORJADOS PÓRTICO
PILARES PÓRTICO

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

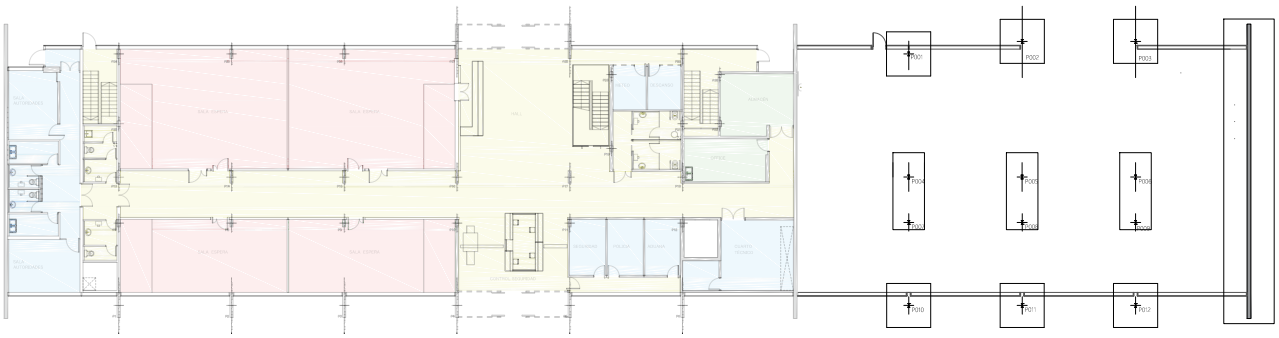
PROYECTO:

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

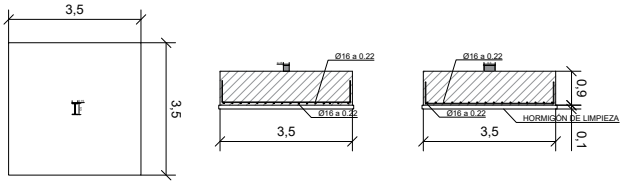
PLANO: SECCION TRANSVERSAL AMPLIACIóN

NUM. PLANO: 17

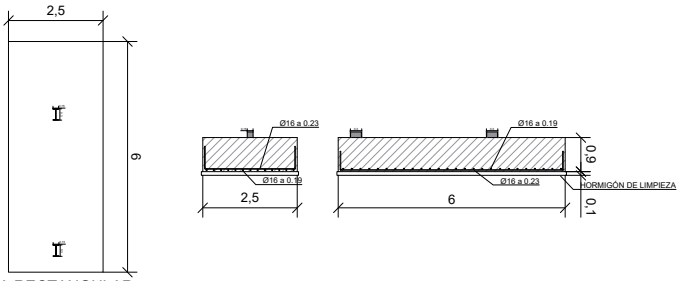
ESCALA: A3 1:200



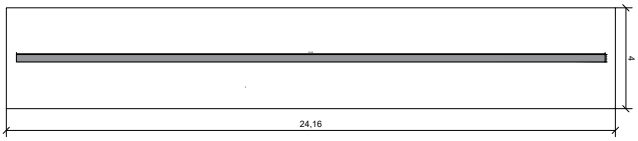
PLANTA ESCALA 1:300

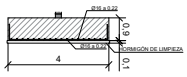


ZAPATA CUADRADA



ZAPATA RECTANGULAR





ZAPATA CORRIDA ESCALA 1:150

CUADRO MATERIALES

MATERIAL	DEFINICIÓN		RECUBRIMIENTO ARMADURA (mm)
Hormigón	Zapatas	HA-25/B/20/IIIa	65
Hormigón limpieza	Hormigón limpieza	HM-15	
Acero armar	Armadura pasiva	B 500 S	

eetac Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

PROYECTO:

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

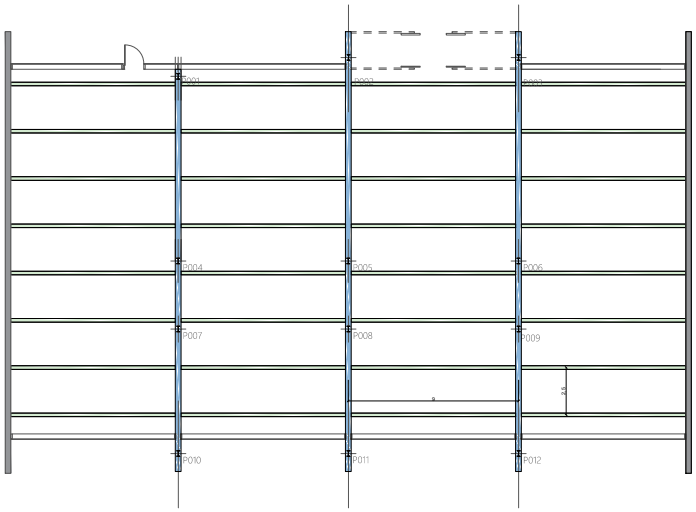
PLANO: CIMENTACIÓN

NUM. PLANO: 18

ESCALA: A3 1:100

PLANTA BAJA

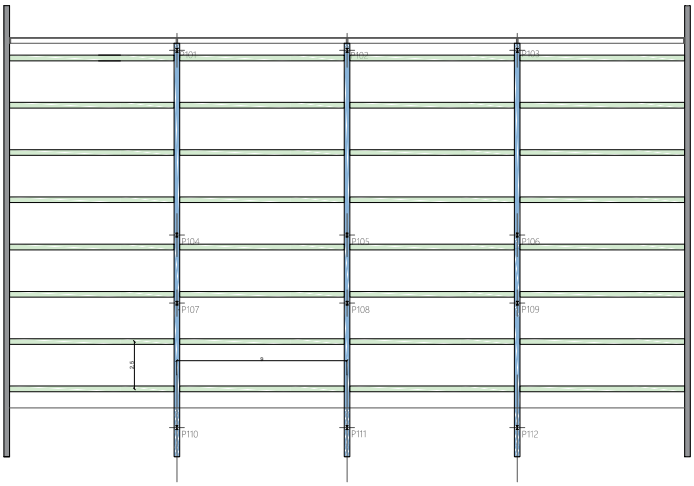
LADO TIERRA



LADO AIRE

PLANTA SUPERIOR

LADO TIERRA



LADO AIRE

VIGAS

CORREAS

Cotas en m

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

PROYECTO:

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL CORPORATIVA DEL AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

PLANO: VIGAS Y CORREAS

NUM. PLANO: 19

ESCALA: A3 1:200

APÉNDICE K. FICHAS TÉCNICAS

Cerramientos de fachada

cerramientos de fachada

La piel del edificio es el límite, la transición entre lo público y lo privado. Este rostro comunica y es una pantalla de información para el exterior. No sólo es una máscara de algo que sucede en el interior sino que su expresión externa debe adaptarse al entorno.

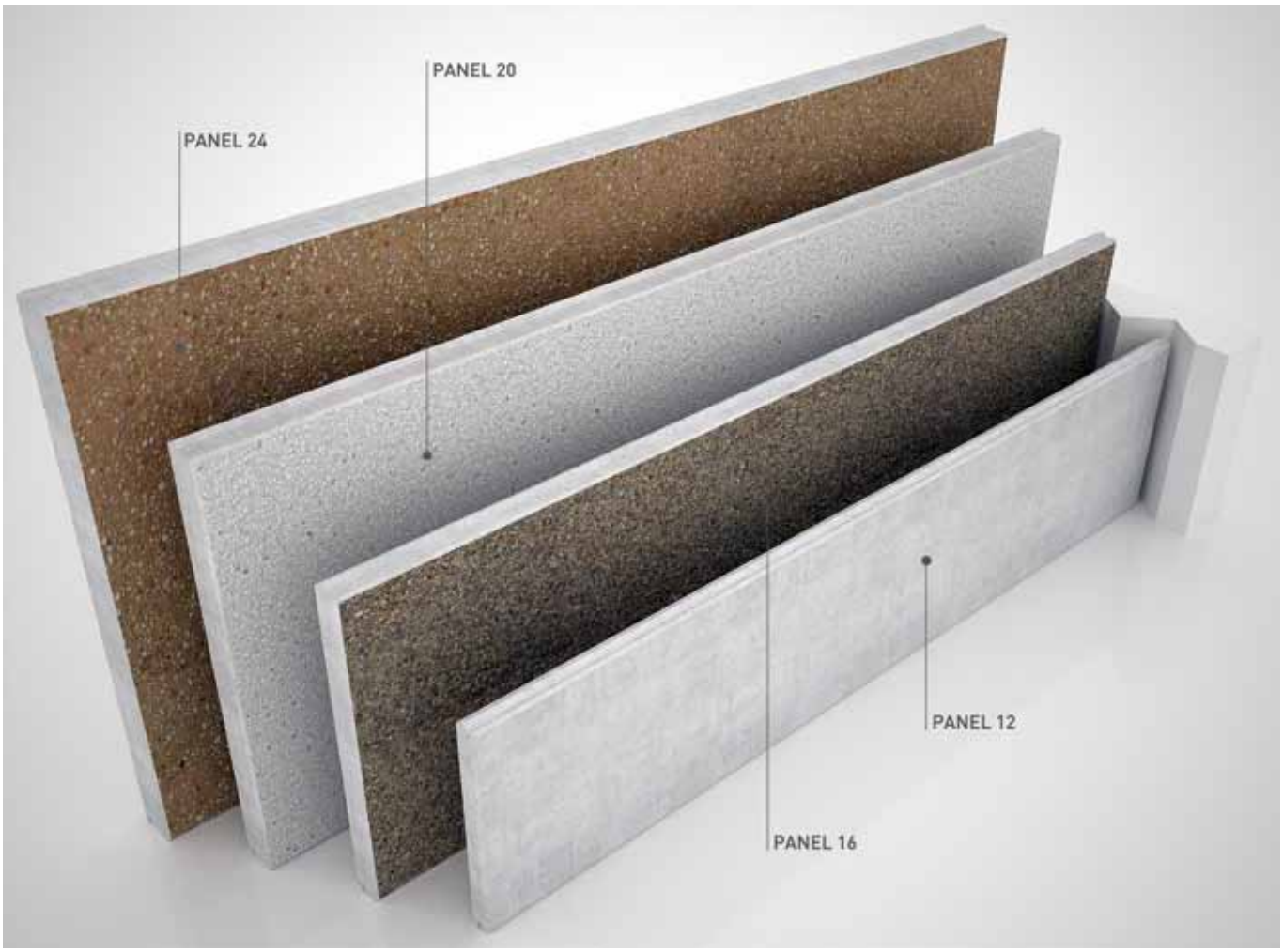
En TECNYCONTA contamos con una gran cantidad de acabados de cerramiento y trabajamos constantemente en el diseño de fachadas innovadoras para ofrecer a nuestros clientes edificios diferentes y con identidad propia.

Si bien las posibilidades de combinación de nuestros paneles posibilita la ejecución de cualquier tipo de fachada que se quiera realizar, los sistemas son básicamente dos:

PANEL HORIZONTAL
PANEL VERTICAL

Cada uno de ellos puede colocarse entre pilares atornillado ó galceado.

CERRAMIENTOS | TIPOLOGÍA DE PANEL



TIPO DE PANEL (espesor en cm)	MASA (Kg/m²)	Distribución hormigón/Pórex/hormigón	Aislante térmico (W/m² °C)	Aislante Acústico ruido aéreo (dBA)	Aislante Acústico ruido por impacto (dBA)	Resistencia al fuego EI (minutos)
12 con aislante	200	4 / 4 / 4	0.918	45.49	83.46	30
16 con aislante	200	4 / 8 / 4	0.511	45.49	83.46	30
20 con aislante	250	5 / 10 / 5	0.416	49.02	80.07	90
24 con aislante	350	7 / 10 / 7	0.411	54.36	74.96	-
12 macizo	300	12	4.105	51.91	77.30	120
16 macizo	400	16	3.729	56.47	72.93	180
20 macizo	500	20	3.416	60.01	69.54	240
24 macizo	600	24	3.152	62.90	66.76	240

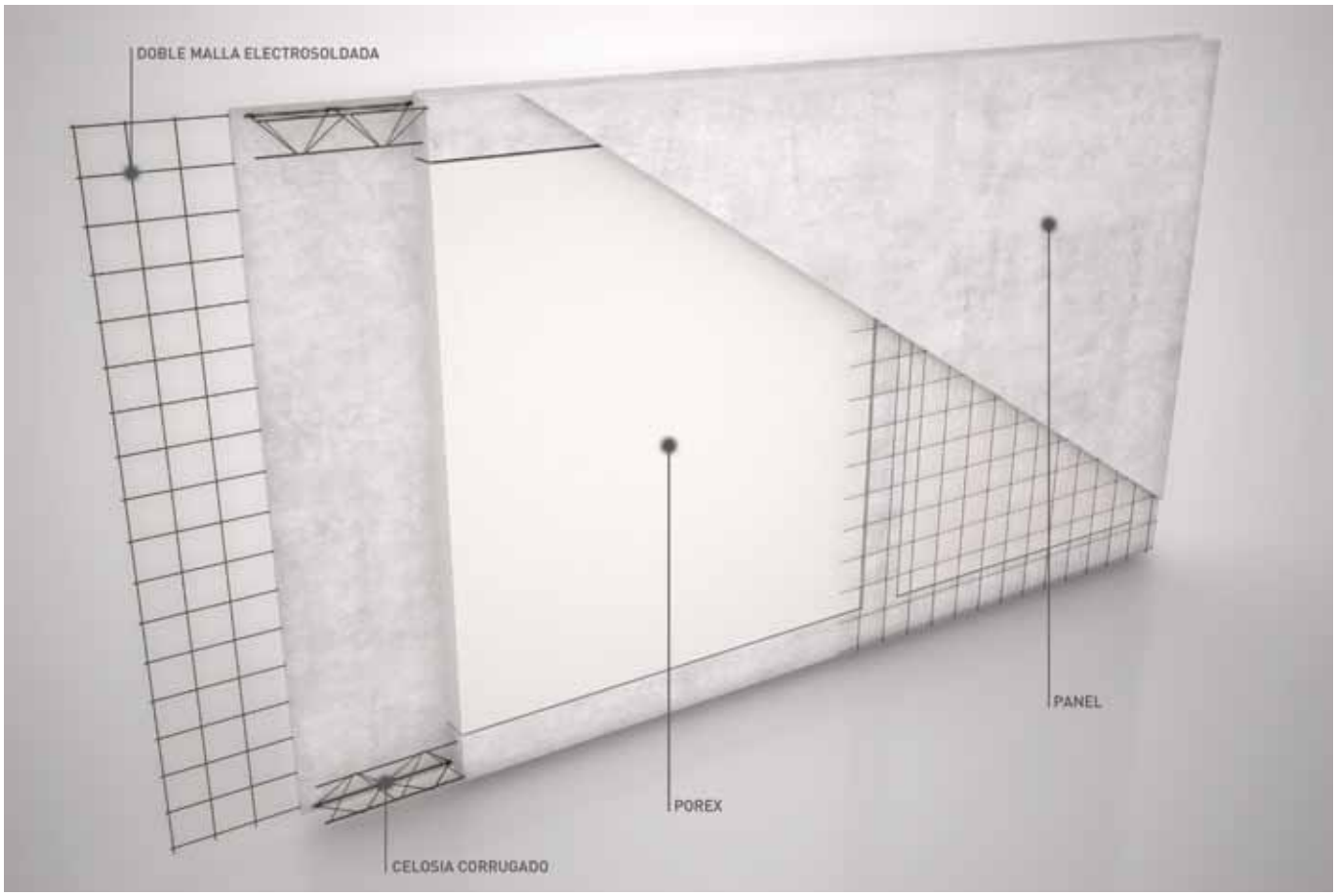
TIPO DE PANEL (espesor en cm)	MASA (Kg/m²)	Distribución hormigón/Pórex/hormigón	Aislante térmico (W/m² °C)	Aislante Acústico ruido aéreo (dBA)	Aislante Acústico ruido por impacto (dBA)	Resistencia al fuego EI (minutos)
20 con rotura térmica	425	5 / 3 / 12	1.079	57.44	72.01	-
24 con rotura térmica	425	5 / 7 / 12	0.557	57.44	72.01	-

NOTA.- Para obtener estos valores se ha supuesto:

1º- Coeficiente de conductividad térmica del hormigón λ_H = 1.63 W/ m ºC = 1.401 Kcal/ h m ºC
2º- Coeficiente de conductividad térmica del pórex λ_P = 0.046 W/ m ºC = 0.039 Kcal/ h m ºC.
3º- Suponemos el flujo de calor transversal al panel.
4º- Suponemos las densidad del hormigón ρ= 2500 Kg/m3.
5º- Suponemos la densidad del pórex nula (despreciable su contribución frente a la del hormigón).

PARA OTROS VALORES DEL COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL PÓREX (valores de λ_P inferiores al supuesto) U OTRAS CONFIGURACIONES SE DEBERÍAN RECALCULAR LOS VALORES DE AISLAMIENTO TÉRMICO.

CERRAMIENTOS | SECCIÓN CONSTRUCTIVA

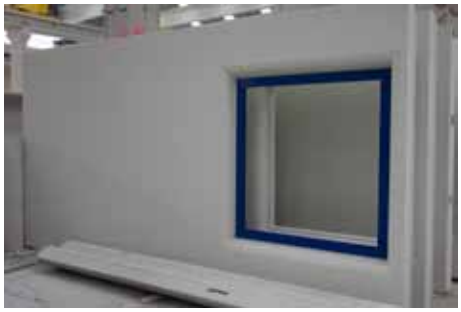


Las ventajas que supone la aplicación de paneles prefabricados como cerramiento de un edificio son:

- Facilidad y rapidez de montaje.

- Versatilidad de acabados.

- Sencillez a la hora de colocar la carpintería, ya que la misma puede ir anclada al panel ó ya incluida en el mismo desde fábrica, dando TECNYCONTA un cerramiento totalmente acabado, incluyendo la carpintería de aluminio.

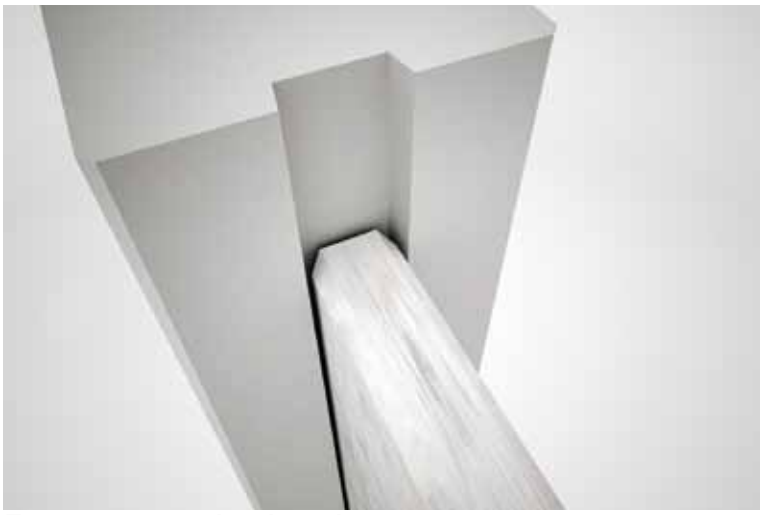


CERRAMIENTOS | HORIZONTAL

Estos paneles se disponen con la máxima dimensión en sentido horizontal. Descargan su peso propio sobre las riostras de cimentación o sobre otro panel si están simplemente atornillados o sobre unas ménsulas de cuelgue si están colgados.
Pueden colocarse atornillados cuando van por fuera de la estructura o galceados cuando los paneles van entre pilares entre una canal.
El cerramiento horizontal es la manera mas habitual de colocar el cerramiento prefabricado dada su polivalencia con elementos prefabricados o con cualquier otro tipo de estructura.

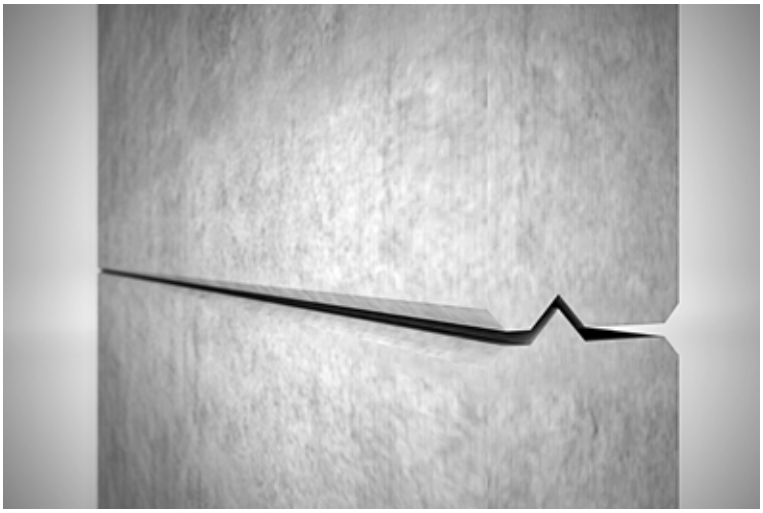
Esquema panel atornillado

Esquema panel atornillado colgado



Esquema panel galceado

Esquema panel galceado colgado

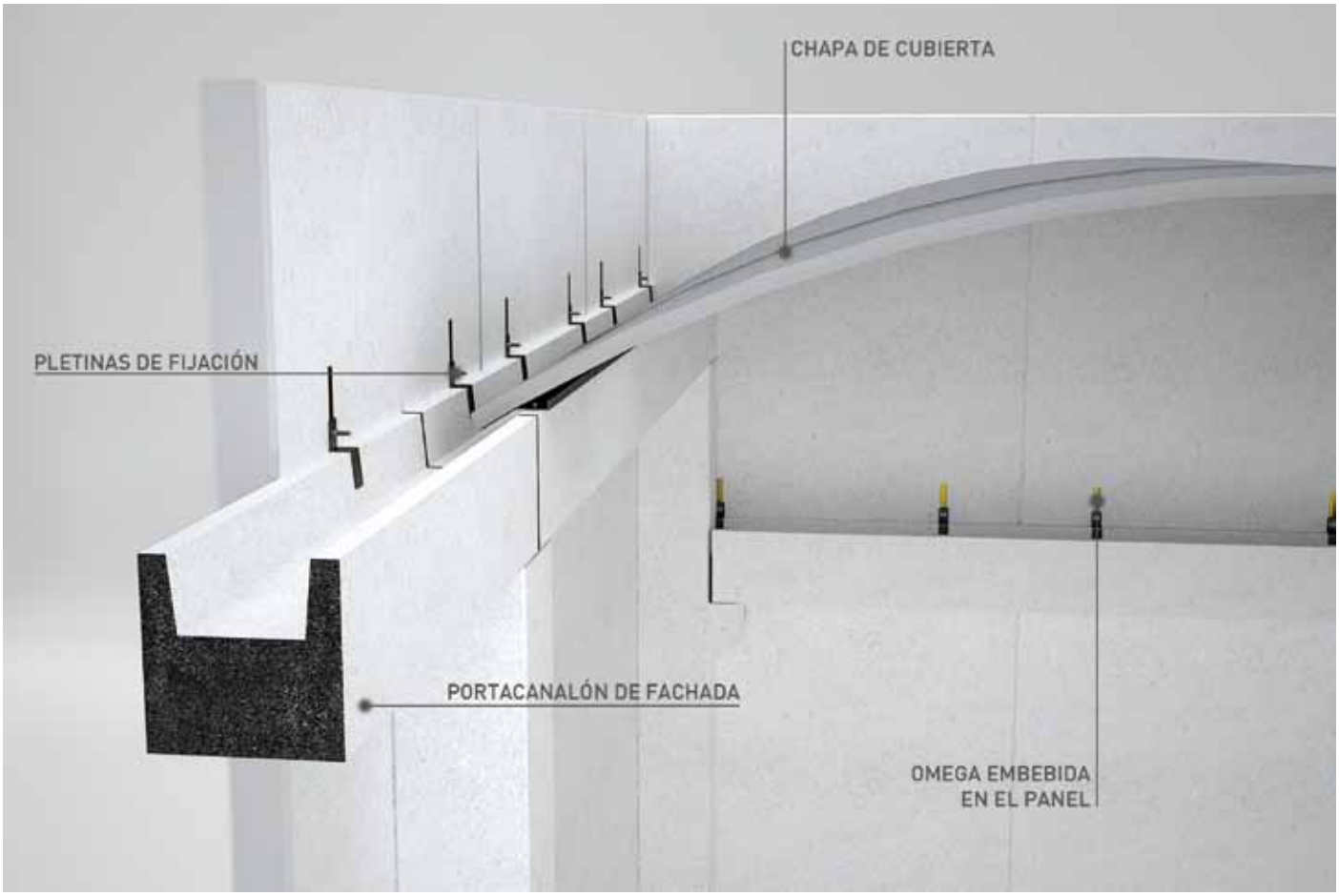


Detalle machihembrado entre paneles


16
17

CERRAMIENTOS | VERTICAL

Estos paneles se disponen con la máxima dimensión en sentido vertical. Descargan habitualmente su peso propio sobre el plano de apoyo. Para su anclaje es necesario el empleo de una viga horizontal colocada en la parte superior (perfil metálico, salvapilar ó portacanalón), aunque en casos especiales pueden colgarse.


CHAPA DE CUBIERTA
PLETINAS DE FIJACIÓN
PORTACANALÓN DE FACHADA
OMEGA EMBEBIDA
EN EL PANEL

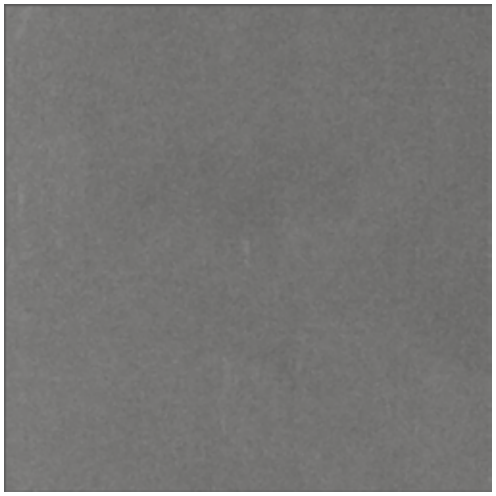
CERRAMIENTOS | ACABADOS

Todo edificio guarda íntima relación entre su lenguaje arquitectónico y el material empleado para llevarlo a cabo. Es por este motivo que disponemos de una amplia variedad de acabados posibilitando así, la adaptación del prefabricado a cualquier proyecto que desee realizarse.

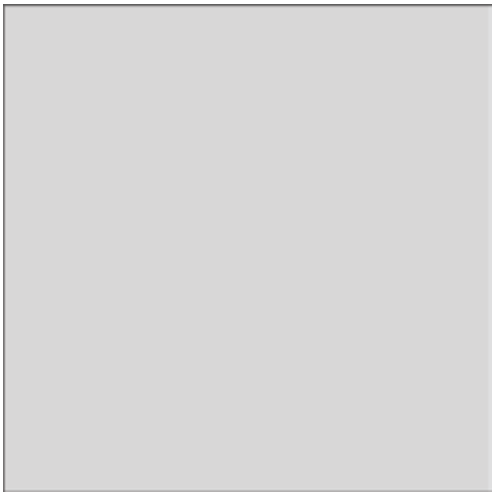
Cada obra genera un impacto visual en el lugar en el que se encuentra implantada, es por esto que consideramos fundamental mantener un estricto control de calidad sobre nuestras piezas con el fin de ofrecer el mejor acabado en nuestros paneles de cerramiento.

PINTADO

SIN PINTAR



RAL 9002



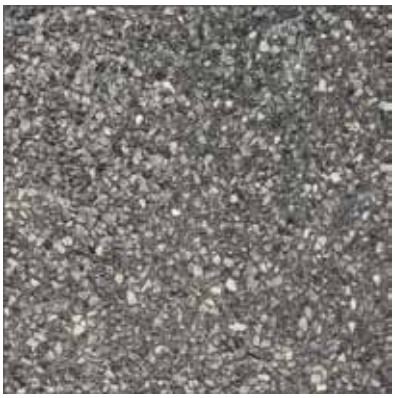
COLOR

RÚSTICO

ARIDO VISTO

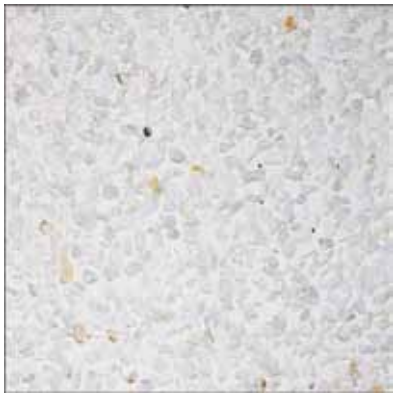
ALICANTE

GRIS VETEADO



MACAEL 6|12

MACAEL 12|20



MACAEL-NEGRO 90|10

MADERA MOLATA

MADERA

MARFIL

NEGRO

RIO

VALENCIA

ESMERALDA 90|10

PULIDO






ABUJARDADO




TEXTURIZADO

El hormigón texturizado está concebido principalmente para soluciones arquitectónicas de hormigón visto y que pueden tener diversas aplicaciones para obras civiles y de arquitectura. La finalidad de este tipo de hormigón es dar una textura a partir de unas matrices a la cara vista de la pieza de hormigón.






PIGMENTADO

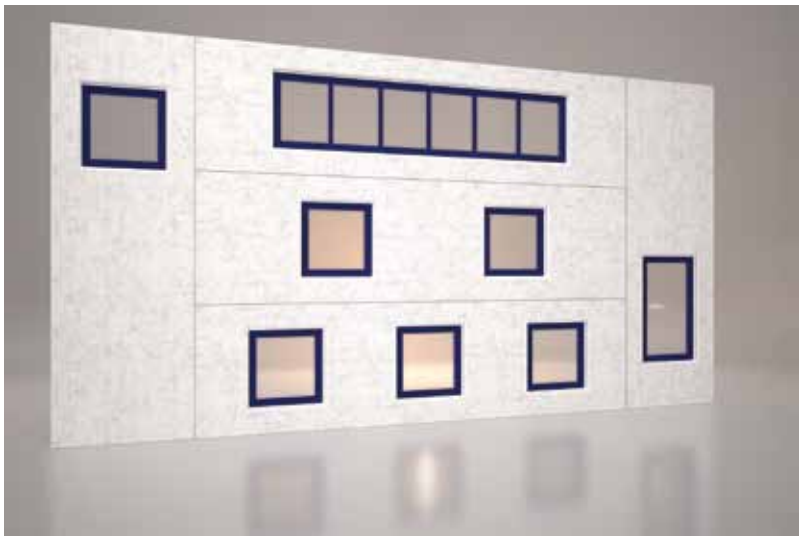
El hormigón pigmentado está concebido principalmente para soluciones arquitectónicas de hormigón visto y que pueden tener diversas aplicaciones para obras civiles y de arquitectura. La finalidad de este tipo de hormigón es colorear íntegramente la masa del hormigón mediante la adición de pigmentos basados en óxidos inorgánicos.

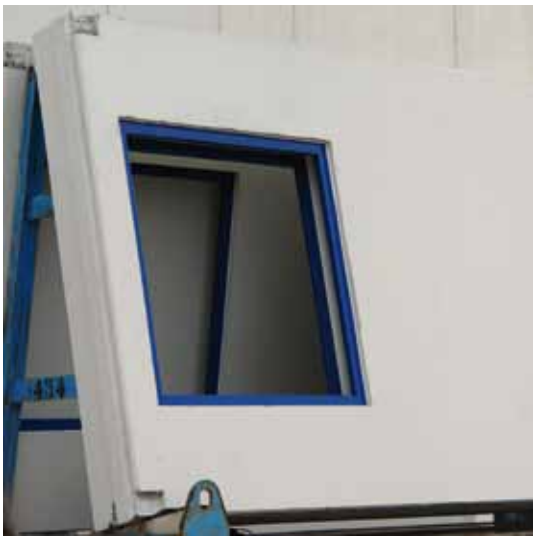

PANELES | PERSONALIZADOS

Además de los acabados, ya sean lisos, con áridos o con textura, también podemos serigrafiar con bajorrelieve cualquier tipo de texto, número, dibujo o logotipo.

PANELES | CON CARPINTERÍAS

La posibilidad de que el panel de fachada salga de fábrica con las carpinterías de aluminio es una ventaja a la hora de ahorrar tiempos de montaje. En Prefabricados Tecnyconta tenemos esa posibidad, llevando a obra el cerramiento totalmente terminado, con diferentes tipos de carpintería de aluminio en función de las necesidades del cliente.





CARPINTERIA DE ALUMINIO:

TIPOS	POSICION	PERFILES	ACABADOS
fija	enrasada al interior	serie europractic	anodizado
practicable	centrada en el panel (opción bisel)	serie eurotermic: con rotura de puente térmico	lacado en colores
abatible	enrasada al exterior		imitación madera
oscilobatiente			
corredera			
automática			


CALIDAD

PANELES | PANEL ARQUITECTÓNICO

Además de las posibilidades de acabado que ofrece el prefabricado de hormigón, también se puede variar el panel geométricamente, para obtener soluciones arquitectónicas singulares. Es un panel principalmente destinado a edificación y vivienda con estudio de la rotura del puente térmico.

Maqueta residencia de estudiantes en Lérida

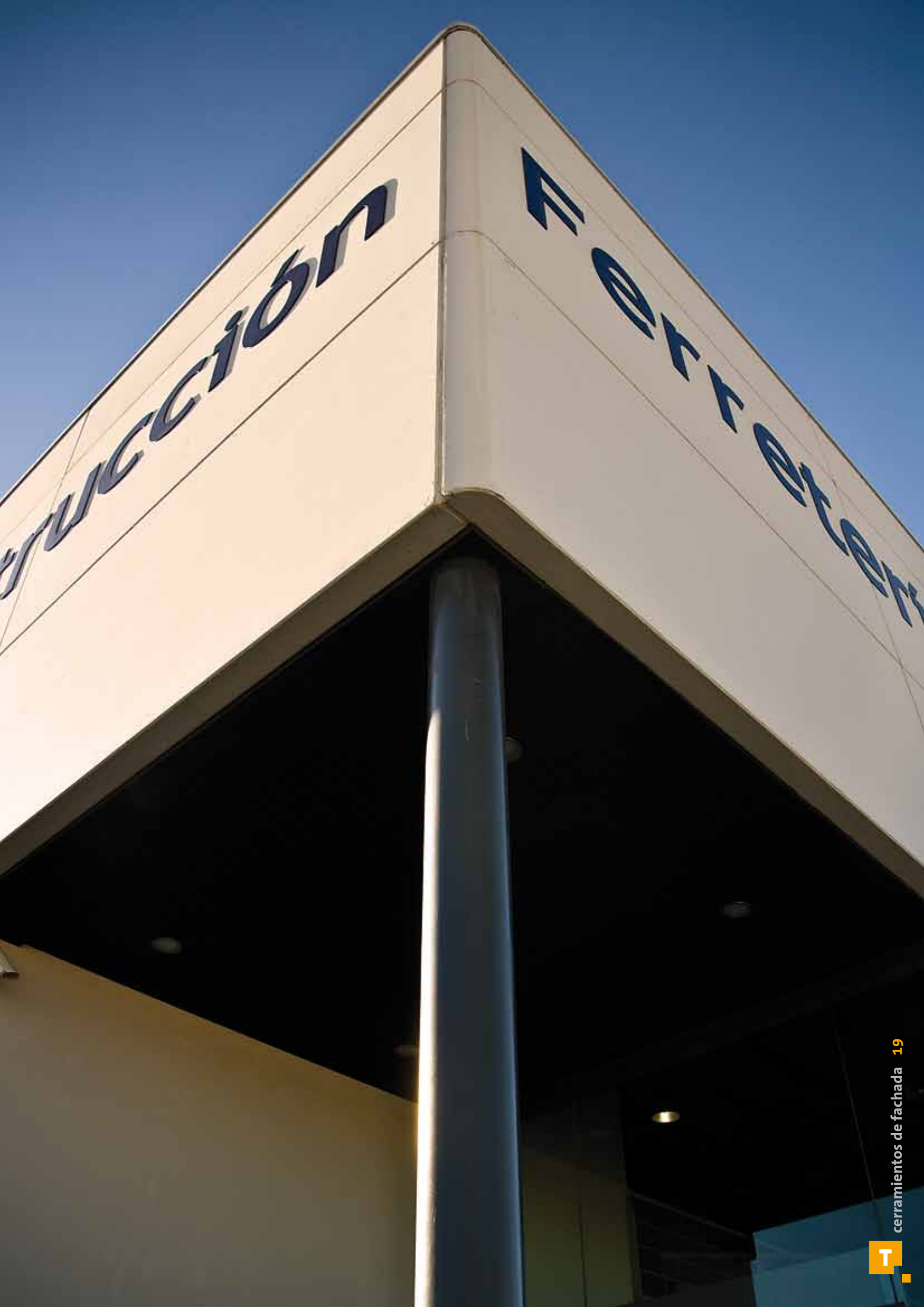
Residencia de estudiantes en Lérida

Oficinas en Zaragoza

Propuesta de naves en Bellvei | Tarragona

Oficinas en Madrid

Naves en Beasain | Guipuzcoa


ucción
Ferreter

PANELES | CANTONERAS

Piezas auxiliares de fachada que se pueden colocar en las esquinas de la edificación cuando se quiere que las dos paredes que se encuentran en una esquina a 90º, no acaben a testa y quede redondeado.

Estas piezas al igual que los paneles pueden llevar cualquiera de los acabados que tenemos.


CALIDAD


21

TECNYCONTA.

Prefabricados de hormigón

Oficinas Centrales y Fábrica

Carretera Gallur-Sangüesa, km. 11
50660 Tauste | Zaragoza
Teléfono: (+34) 976 869 750
Fax: (+34) 976 859 253

Oficinas Zaragoza

Paseo Independencia 14, 1º izda.
50004 Zaragoza
Teléfono: (+34) 976 797 228
Fax: (+34) 976 797 284

tecnyconta@tecnyconta.com
www. tecnyconta.com

TÜV
TÜV Internacional
Grupo TÜV Rheinland

UNE EN ISO
9001 : 2008

Nº 0.04.01084

CE

1170

TECNYCONTA.

Crta. Gallur-Sangüesa km. 11
50660 Tauste | Zaragoza
09
1170/CPD/PH.00621
EN 14992

SAINT-GOBAIN
GLASS

Saint-Gobain Cristalería S.L.
Paseo de la Castellana 77 – AZCA
28046 Madrid

www.saint-gobain-glass.com
www.climalit.es
www.vidrioautolimpiable.es

Gama

SGG PLANITHERM 4S y SGG PLANITHERM 4S II están disponibles sobre vidrio incoloro SGG PLANILUX en 6, 8, y 10 mm en PLF (6000 x 3210 mm) y en DLF (3210x2520 mm). Para otros sustratos o dimensiones consultarnos.

Gracias a la versatilidad de nuestra gama SGG CLIMALIT PLUS, usted puede añadir al control solar y aislamiento térmico reforzado que aporta el vidrio SGG PLANITHERM 4S, otras prestaciones. Escoja la solución que más se adapte a sus necesidades.

Funciones	SGG CLIMALIT PLUS			Funciones
	Vidrio Exterior		Vidrio Interior	
Control Solar Aislamiento Térmico Ahorro	SGG **PLANITHERM** 4S* *Monolítico ó Laminado Laminar SGG **PLANITHERM 4S** con SGG **BIOCLEAN** hacia **el exterior**	+	SGG PLANILUX SGG STADIP DECORGLASS SGG MASTERCLASS SGG SATINOVO	Decoración, estilo y privacidad
			SGG STADIP SGG STADIP PROTECT	Protección personas y objetos
			SGG STADIP SILENCE	Protección aislamiento acústico
			SGG PLANILUX	Facil mantenimiento

Especificaciones técnicas

Vidrio Exterior Vidrio Interior		SGG PLANITHERM 4S SGG PLANILUX			
Composición	mm	4 (12) 4	4 (16) 4	6 (12) 6	6 (16) 6
Posición de la capa		2	2	2	2
Factores luminosos					
TL (Transmisión luminosa)	%	65	65	64	64
RL_1 (Reflexión luminosa exterior)	%	26	26	26	26
RL_2 (Reflexión luminosa interior)	%	24	24	24	24
Factores energéticos					
T (Transmisión energética)	**%**	**40**	**40**	**38**	**38**
R_e (Reflexión energética exterior)	%	42	42	38	38
A_1 (absorción del vidrio exterior)	%	17	17	21	21
A_2 (absorción del vidrio interior)	%	2	2	3	3
Factor solar g EN410		0,43	0,42	0,42	0,41
Valor U					
Aire	W/(m² K)	1,6	1,3	1,5	1,3
Argon 90%	W/(m² K)	1,2	1,0	1,2	1,0

SGG PLANITHERM 4S cumple con los requisitos de durabilidad "Clase C" de la Normativa Europea EN1096. Dispone de Marcado CE como todos los vidrios de Saint-Gobain Glass

Distribuidor

SAINT-GOBAIN
GLASS

SGG PLANITHERM® 4S

El confort y el ahorro las cuatro estaciones del año

U= 1.0 W/m² K

SAINT-GOBAIN GLASS CLIMATE

El futuro del hábitat. Desde 1665.

SAINT-GOBAIN GLASS CONFORT

SGG PLANITHERM® 4S

CONFORT Y AHORRO
LAS CUATRO ESTACIONES DEL AÑO

Gracias a las mejoradas características SGG PLANITHERM 4S, usted podrá disfrutar en su hogar de la luz y la temperatura ideales las cuatro estaciones del año, con un gasto mínimo en calefacción ó aire acondicionado.

SGG PLANITHERM 4S colabora para que su casa sea más respetuosa con el medio ambiente, haciendo realidad la reducción de las emisiones contaminantes debidas a la calefacción y refrigeración.

SGG PLANITHERM 4S de Saint-Gobain Glass es la apuesta más segura para ahorrar energía y lograr el máximo confort todo el año, siendo respetuosos con el medioambiente.

Descripción

Con el fin de dar una respuesta efectiva a las necesidades de confort de los países mediterráneos, Saint Gobain Glass ha reinventado la capa magnetrónica SGG PLANITHERM 4S y con la tecnología más exclusiva hemos conseguido una nueva generación de vidrios con un excelente nivel de aislamiento térmico para las épocas frías (U = 1.0W/m² K) y una protección solar optimizada para las temporadas soleadas (g=0.42). SGG PLANITHERM 4S es un vidrio selectivo que permite el paso de la luz pero bloquea el calor, evitando el sobrecalentamiento.

SGG PLANITHERM 4S mantiene nuestra casa luminosa y a una temperatura confortable.

SGG PLANITHERM 4S ofrece un excelente rendimiento desde el punto de vista estético, ya que su ligero reflejo neutro le confiere estilo y crea un ambiente agradable.

Disponible la versión "a templar" SGG PLANITHERM 4S II con las mismas prestaciones energéticas y estéticas que la versión sin templar.

Aplicaciones

SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANITHERM 4S es el acristalamiento ideal para asegurar el control solar y el aislamiento térmico de los edificios modernos... o de los renovados, destinado principalmente al sector residencial (casas privadas, apartamentos, áticos, terrazas acristaladas, etc), es apto también para el terciario (colegios, hospitales, etc...).

SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANITHERM 4S se puede instalar con cualquier tipo de marco[1] (PVC, madera, aluminio, mixtos, etc). La instalación del doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANITHERM 4S permite el cumplimiento del Código Técnico de Edificación.

[1] Consulte con su instalador de confianza y exija SGG CLIMALIT PLUS

Ventajas

Primavera

Los repentinos cambios de temperatura, asociados al cambio de temporada, tan nocivos para la salud ya no serán un problema para usted. Disfrute la primavera confortablemente en su hogar acristalado con SGG CLIMALIT PLUS y SGG PLANITHERM 4S.

Otoño

Con SGG CLIMALIT PLUS y SGG PLANITHERM 4S no se dará cuenta de la llegada de los primeros días de frío.

Gracias a SGG PLANITHERM 4S podrá retrasar el encendido de la calefacción y reducir las horas de uso.

Verano

El mejorado SGG PLANITHERM 4S refleja un alto porcentaje del calor solar, ayudando a conseguir:

- Una temperatura más homogénea y agradable incluso en los días más calurosos: El interior de la vivienda / edificio permanece a una temperatura confortable incluso en los días más calurosos.
- Menor gasto energético y más ahorro: al emplear menos el aire acondicionado se consigue un importante ahorro de dinero y de energía..

Invierno

SGG CLIMALIT PLUS con SGG PLANITHERM 4S proporciona, el mejor aislamiento térmico del mercado, hasta tres veces más aislamiento que un doble acristalamiento con vidrio convencional. Usted ganará en:

- Calor y confort: minimiza las pérdidas de calor a través de las ventanas, reduce el riesgo de condensaciones y posibilita el máximo confort en todo el espacio habitable... ¡incluso alrededor de las ventanas!
- Importantes ahorros: protege su economía ayudando a reducir la necesidad de calefacción.

Procesado

SGG PLANITHERM 4S debe ensamblarse siempre en doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS, con la cara capa hacia el interior en posición 2. La capa debe desbordarse perimetralmente antes de su ensamblado en SGG CLIMALIT PLUS. SGG PLANITHERM 4S II debe templarse para obtener las prestaciones declaradas y ambos productos SGG PLANITHERM 4S y SGG PLANITHERM 4S II puede laminarse antes del ensamblado en el doble acristalado. Por favor consulte la guía de transformación de los productos SGG PLANITHERM.

Para determinar el vidrio más adecuado para su hogar y calcular el posible ahorro al usar SGG PLANITHERM 4S en sus ventanas, descargue en su smartphone o tablet. **www.glass-compass.com**

Su casa fresca en verano...

Refleja un 58% de calor

Elegante aspecto neutro

Ahorre € en su factura de aire acondicionado

Su casa cálida en invierno...

Insuperable aislamiento térmico Valor U 1.0 W/m²K

Reduce las pérdidas de calor comparado con un SGG CLIMALIT

Ahorre € en su factura de calefacción

Reduce el efecto pared fría alrededor de la ventana

Reduce la condensación

AUTOMATISMO GILGEN SLA CON PERFILERÍA PSA

Perfilería robusta y de elegante diseño

El automatismo Gilgen SLA destaca por su robustez, su fuerza y su resistencia en contraste con su diseño estilizado.
La configuración de sus componentes garantiza la rapidez en el montaje y el mantenimiento. La solución óptima, la calidad suiza competitiva.

Uso versátil

- Perfilería de alta robustez y elegante diseño
- El cierre lateral de las hojas garantiza estabilidad y seguridad, e impide las corrientes de aire
- Ensamblaje rápido y sencillo
- Acristalamiento en seco, sin silicona ni pegamentos, incrementando la estabilidad de la hoja
- Certificación TÜV según normativa vigente

Aplicaciones

- Puertas de una y dos hojas correderas
- Con hoja/s fija/s
- Con hoja/s de protección
- Posibilidad de instalación de cerrojo en el suelo
- Guía continua o estándar
- Perfiles para la instalación frontal o lateral

Vidrios y paneles

- Vidrio de seguridad templado o laminado
- Panelado con productos sintéticos, aluminio o madera
- Espesores desde 6 hasta 10 mm

Acabado de los perfiles de aluminio

- Anodizado color o natural
- Lacado en colores RAL
- Acabados especiales

La perfilería fina Gilgen PSA, además de proteger el vidrio, proporciona una alta visibilidad desde el exterior y una gran sensación de estabilidad.

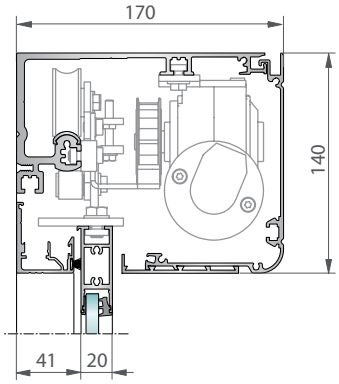
OBREMATIC
PUERTAS AUTOMÁTICAS

PUERTAS AUTOMÁTICAS PEATONALES
MONTAJE · REPARACIÓN · MANTENIMIENTO
Ctra. de l'Hospitalet, 207 · 08940 Cornellà de Ll. (Barcelona)
Tel. 902 400 789 · Tel. 93 377 01 22 · Fax 93 474 23 17

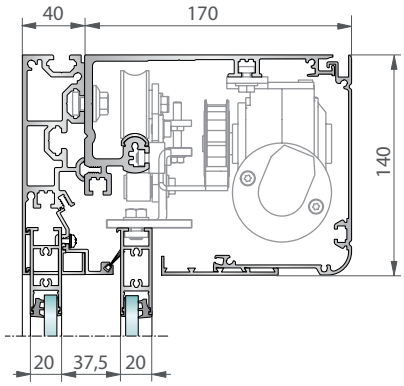
www.obrematic.com · info@obrematic.com

GILGEN DOOR SYSTEMS

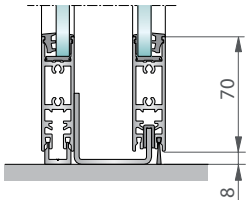
Automatismo Gilgen SLA con perfilería PSA



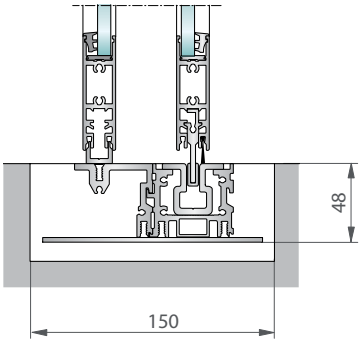
De una hoja corredera
sin hoja fija



De dos hojas correderas
con hoja fija y perfil de montaje



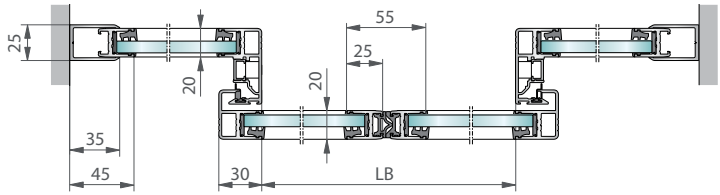
Guía estándar



Guía continua

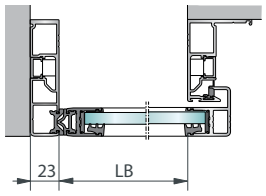
Versiones de instalación

De dos hojas con hoja fija

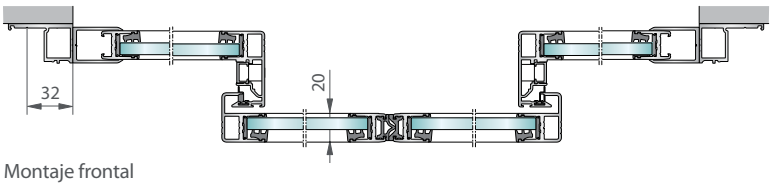


Montaje lateral

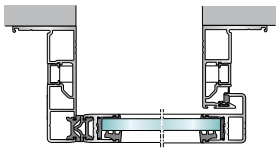
De una hoja sin hoja fija



Montaje lateral



Montaje frontal



Montaje frontal

Límites de aplicación

		Dos hojas	Una hoja
SLA	Ancho de paso libre	1000 - 2500 mm	700 - 1300 mm
	Peso máximo hoja	2 x 100 kg	100 kg
	Altura libre máxima	estándar hasta 2500 mm	

Lamina de polietileno PE

Lamina de polietileno para ejecución de soleras y otras aplicaciones

PLAKA GROUP

PLAKA® SPAIN
BUILDING SITE SOLUTIONS

Lamina de polietileno PE

Lamina para suelos

PlakaGroup dispone de una gama amplia de láminas de alta calidad para diferentes usos en las obras. Con el fin de asegurar una calidad optima, trabajamos con unos medios técnicos y unos material de primerísima calidad. La láminas están disponible en diferentes espesores, calidades, texturas, anchuras y longitudes.

Características principales

- Una excelente resistencia al moho
- Protege el hormigón de la humedad, las grasas y los aceites lubricantes
- Robusto y flexible, incluso con bajas temperaturas
- Impide el contacto entre el hormigón de la solera y las tierras de compactación
- Asegura una correcta hidratación del hormigón

Lamina de polietileno

- Espesores disponibles: de 0,03 mm hasta 0,05 mm

Código	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (m)	Superficie (m²)	Cantidad/palet
HMTCF2000030100	0,03	2000	100	200	100 rollos
HMTCF2000050050	0,05	2000	50	100	100 rollos
HMTCF2000100050	0,10	2000	50	100	75 rollos
HMTCF2000150050	0,15	2000	50	100	75 rollos
HMTCF2000200050	0,20	2000	50	100	52 rollos
HMTCF4000300025	0,30	4000	25	100	44 rollos
HMTCF4000500025	0,50	4000	25	100	27 rollos

Otros anchos y espesores bajo pedido (de 1,5 hasta 8 m)

Lamina de polietileno PE

Lamina de polietileno translucida

- Espesores disponibles: de 0,10 mm hasta 0,5 mm
- Producto fabricado con materiales reciclados

Código	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (m)	Superficie (m²)	Cantidad/palet
HMTLCF2000100050	0,10	2000	50	100	75 rollos
HMTLCF4000100050	0,10	4000	50	200	52 rollos
HMTLCF6000100050	0,10	6000	50	300	52 rollos
HMTLCF2000150050	0,15	2000	50	100	75 rollos
HMTLCF4000150050	0,15	4000	50	200	44 rollos
HMTLCF6000150050	0,15	6000	50	300	35 rollos
HMTLCF2000200050	0,20	2000	50	100	52 rollos
HMTLCF4000200050	0,20	4000	50	200	33 rollos
HMTLCF6000200050	0,20	6000	50	300	30 rollos
HMTLCF4000300025	0,30	4000	25	100	44 rollos
HMTLCF4000500025	0,50	4000	25	100	27 rollos

Otros anchos y espesores bajo pedido (de 1,5 hasta 8 m)

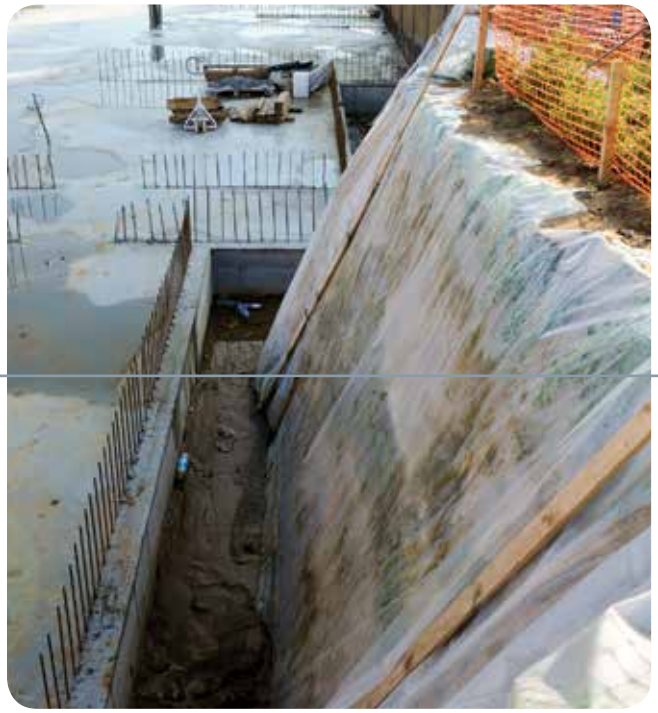
Lamina de polietileno

- Espesores disponibles: de 0,10 mm hasta 0,20 mm

Código	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (m)	Superficie (m²)	Cantidad/palet
HMOCF2000100050	0,10	2000	50	100	75 rollos
HMOCF4000100050	0,10	4000	50	200	52 rollos
HMOCF2000150050	0,15	2000	50	100	75 rollos
HMOCF4000150050	0,15	4000	50	200	44 rollos
HMOCF2000200050	0,20	2000	50	100	52 rollos
HMOCF4000400050	0,20	4000	50	200	33 rollos

Otros anchos y espesores bajo pedido (de 1,5 hasta 8 m)

Lamina de polietileno PE



Consulte nuestra web **PLAKA**GROUP.COM

PLAKA ESPAÑA **info@plakagroup.es**

PLAKA NORTE **barcelona@plakagroup.es**
BARCELONA Pol. Ind. Santa Rita - C/Acústica, 14 - E-08755 Castellbisbal T: 93 772 31 00 F: 93 772 31 03

PLAKA CENTRO & SUR **madrid@plakagroup.es**
MADRID Pol. Ind. Santa Ana - C/Ignacio Zuloaga, 20 - E-28522 Rivas Vaciamadrid T: 91 666 91 81 F: 91 666 96 61

PLAKA GROUP

PLAKA® SPAIN
BUILDING SITE SOLUTIONS

ACUTHERMIC PLUS

Descripción:

Aislante térmico-acústico al ruido de impacto para su colocación en suelos. Está compuesto de las siguientes láminas:

- Lámina de polietileno con burbuja de aire seco.
- Lámina de plástico protector del aluminio.
- 1 lámina de aluminio puro de baja emisividad que junto con la lámina de aluminio descrita anteriormente, presentan una Conductividad Térmica de 0,025 y una Resistencia Térmica de **0,16 m² k/W**.
- Lámina de plástico protector del aluminio
- 1 Lámina de Espuma de Polietileno expandido no reticulado de celdas cerradas de 5 mm de espesor, con una conductividad térmica de 0.037 y una resistencia térmica de **0.136 m² k/W**.

Con este producto se obtienen unos valores de aislamiento térmico y acústicos excelentes con un mínimo espesor de 8mm. Con sus dos primeras capas, una lámina de polietileno con burbuja de aire seco y una lámina de aluminio puro plastificado por ambas caras se obtiene un aislamiento térmico de **R=1,32m²K/W**. Una tercera capa de espuma de polietileno expandido no reticulado de celdas cerradas de un espesor de 5mm realiza el aislamiento acústico de 22db.

La normativa actual **NBE CA-88** admite un máximo de 80 dB al ruido de impacto, entre recintos (local subyacente). El nuevo **CTE** admite un máximo de entre **60** y **65 dB**. Es decir, la protección al ruido de impacto debe incrementar en **15 dB**. Nuestro nuevo aislante para suelos, el **ACUTHERMIC PLUS** ofrece una protección acústica al ruido de impacto de **AL_w=22 dB**

RUIDO DE IMPACTO	NBE CA-88	NUEVO CTE (Abril 09)
	L_{nt}	
Entre recintos	<80 dBA	<65 dB
Local comercial	--	<60 dB
Local de instalaciones	<80 dBA	<60 dB
Cubierta transitable	<80 dBA	<65 dB

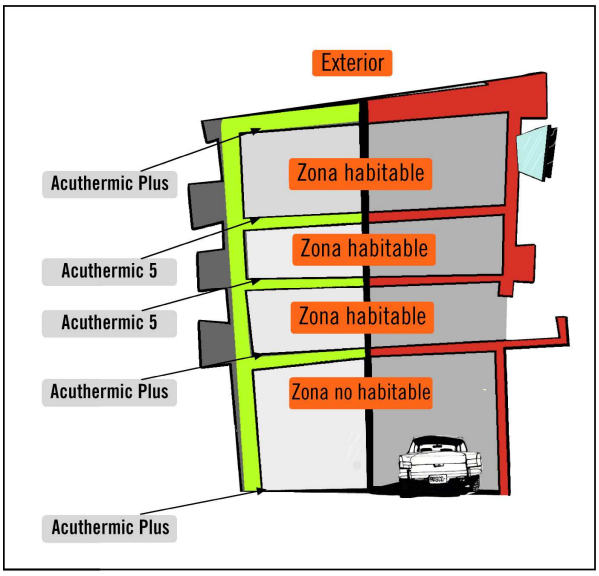
1. Espesor reducido ante los aislantes convencionales
2. Libre de CFC
1. Muy ligero
2. Insensible al agua y a la humedad
3. Barrera de vapor
4. Fácilmente reciclable
5. Aislamiento constante todo el día
6. Totalmente anti-alérgico
7. Fácil de instalar
8. No favorece la creación de hongos y bacterias
9. Resistente a los ácidos del mortero fresco

ACUTHERMIC PLUS

Campos de aplicación:

- Techos en contacto con espacios habitables
- Suelos en contacto con espacios habitables
- Suelos apoyados sobre el terreno
- Cubiertas planas o inclinadas sin posibilidad de cámara de aire

Es decir, todas las **zonas habitables** en contacto con **zonas no habitables**



Los constructores tienen la necesidad de aislar térmicamente el suelo que separa el garaje del primer piso, así como cubiertas planas sin posibilidad de cámara de aire.

Esta necesidad, aparentemente de fácil resolución, crea grandes dificultades a los constructores ya que no disponen de espacio físico para colocar un aislante “tradicional”.

Debido a su reducido espesor y sus excelentes valores de aislamiento térmico y acústico el **ACUTHERMIC PLUS** es especialmente apropiado para solucionar rápidamente posibles problemas con el recrecido u otros habituales problemas existentes en todas las obras.

ACUTHERMIC PLUS

Instalación:

1. La superficie debe estar seca, sin humedades, limpia y sin restos de escombros.
2. Extender el rollo sobre la superficie a trabajar, empezando por el zócalo, y con la cara de polietileno expandido no reticulado de celdas cerradas hacia arriba.
3. Apoyar el aislante unos centímetros sobre el zócalo para evitar puentes térmicos y acústicos.
4. Solapar a “testa” la siguiente lámina con la anterior y recubrir las juntas con cinta de aluminio BTI, vigilando de no dejar espacios entre láminas que pueden generar puentes térmicos y acústicos.
5. Una vez colocado el zócalo, recortar los sobrantes de lámina.
6. Una vez finalizado el proceso, ya se puede colocar el mortero.

De esta forma conseguiremos unos buenos valores aislantes térmicos y acústicos, una buena estanqueidad y evitaremos condensaciones.

ACUTHERMIC PLUS

Almacenamiento:

La composición del material es inalterable en el tiempo, y por consiguiente mantiene intactas sus propiedades y su poder aislante. Puede ser almacenado incluso en la intemperie.

Datos técnicos:

Composición:	
	Lámina de polietileno con burbuja de aire seco
	Lámina de plástico protector del aluminio
	Lámina de aluminio puro de 12µ de espesor
	Lámina de plástico protector del aluminio
	Lámina de polietileno expandido no reticulado de celdas cerradas libre de CFC
Espesor:	8 mm
Emisividad aluminio:	0,12
Reciclabilidad:	Fácilmente reciclable
Resistencia térmica	**1.32 m^2K/W**
Resistencia térmica	**U= 0.38w/m^2k**
Coeficiente de reflexión aluminio:	88%
Temperatura de trabajo:	desde -80ºC hasta + 80ºC
Densidad nominal polietileno:	20 kg/m^3
Aislamiento acústico:	AL_w **22db** ENSAYO Nº **250707L091**
Permeabilidad al vapor:	Impermeable
	Barrera de vapor
	Barrera anticondensación
Resistencia al agua:	Resistente al agua, ácidos y álcalis
Dimensiones rollo:	Ancho: 1,2 m
	largo: 25 m
	Superficie: 30 m^2

Nota: Al valor de Resistencia Térmica que ofrece el aislante ACUTHERMIC PLUS por si solo, hay que añadir la resistencia térmica superficial en el interior de un cerramiento, para los flujos de calor descendente que se producen en los forjados horizontales de **1.01 m^2 k/W** (UNE EN ISO 6946).

Por tanto, la Resistencia Térmica total alcanzada por el aislante ACUTHERMIC PLUS en instalaciones en suelos es de **1,32 m^2K/W**, suma de la resistencia térmica de la lámina de aluminio puro (**0,16 m^2 k/W),** la resistencia térmica de la espuma de Polietileno expandido no reticulado de 5 mm (**0.136 m^2 k/W)** y la resistencia térmica superficial en el interior de un cerramiento según (UNE EN ISO 6946) (**1.01 m^2 k/W)**

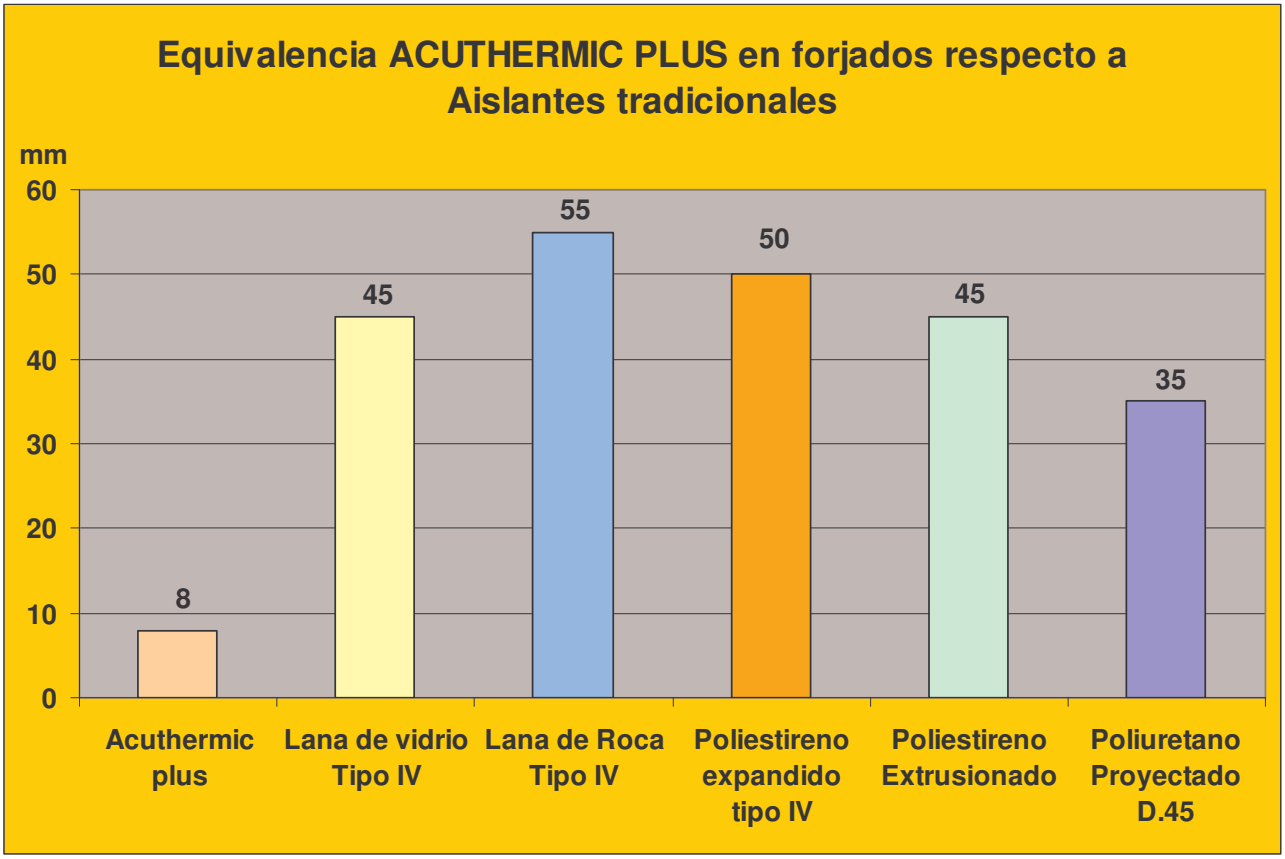
ACUTHERMIC PLUS

Solución constructiva Cubierta

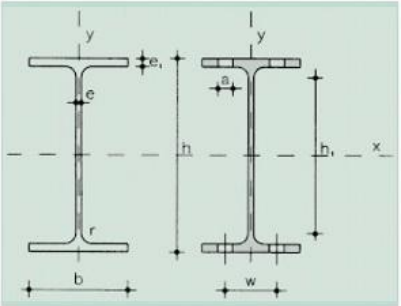
	λ (W/m K)	e (m)	R (m^2 K/W)	U (W/m^2 K)
Resistencia térmica superficial Interior			0.040	
Placa yeso laminado	0,25	0,015	0,060	
Cámara aire desc (emis=0.80) de 0,150 m		0,150	0,160	
Forjado Hormigón Densidad Media	1,31	0,350	0,267	
Hormigón con arcilla expandida	0,39	0,150	0,385	
Capa mortero de cemento o cal	1,15	0,02	0,017	
EPDM	0,250	0,02	0,060	
ACUTHERMIC PLUS (espesor 0,008 m)		0,080	1,320	
Lámina drenante	0,450	0,05	0,111	
Solera Hormigón	1,050	0,04	0,038	
Plaqueta cerámica	1,000	0,01	,010	
Resistencia Térmica superficial Exterior		**0.880**	**2.64**	**0.38**

Los estudios realizados para los valores de aislamiento están hechos bajo la norma **UNE-EN 15524-200**

ACUTHERMIC PLUS

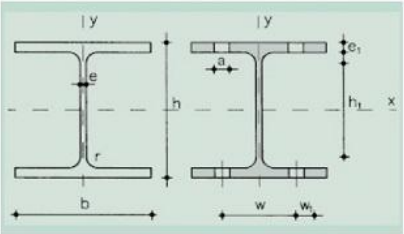


BTI Técnicas de la Fijación S.L. .Polg. Ind. Xalamec Apdo. 16, Av. de l´Alumini 43470 La Selva del Camp (Tarragona) Tel. 977.84.54.00/Fax 977.84.53.90/Tel. Dpto. técnico 977.84.54.35



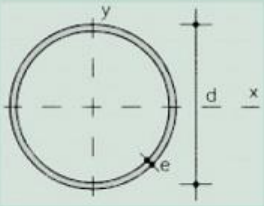
A = Área de la sección
S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
$W_x = 2I_x : h$. Módulo resistente de la sección, respecto a X
$i_x = \sqrt{I_x : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a X
I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
$W_y = 2I_y : b$. Módulo resistente de la sección, respecto a Y
$i_y = \sqrt{I_y : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a Y
I_t = Módulo de torsión de la sección
I_a = Módulo de alabeo de la sección
u = Perímetro de la sección
a = Diámetro del agujero del roblón normal
w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros
h_1 = Altura de la parte plana del alma
p = Peso por m

Perfil	Dimensiones							Términos de sección											Agujeros			Peso	
	h mm	b mm	e mm	e_1 mm	r_1 mm	h_1 mm	u mm	A cm²	S_x cm³	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_t cm⁴	I_a cm⁶	w mm	a mm	e_2 mm	p kp/m	
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	60	328	7,64	11,6	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	0,721	118	–	–	3,8	6,00	C
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	75	400	10,30	19,7	171,0	34,2	4,07	15,90	5,79	1,24	1,140	351	–	–	4,1	8,10	C
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	93	475	13,20	30,4	318,0	53,0	4,90	27,70	8,65	1,45	1,770	890	35	–	4,4	10,40	C
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	112	551	16,40	44,2	541,0	77,3	5,74	44,90	12,30	1,65	2,630	1.981	40	11	4,7	12,90	C
IPE 160	160	82	5,0	7,4	9	127	623	20,10	61,9	869,0	109,0	6,58	68,30	16,70	1,84	3,640	3.959	44	13	5,0	15,80	P
IPE 180	180	91	5,3	8,0	9	146	698	23,90	83,2	1.320,0	146,0	7,42	101,00	22,20	2,05	5,060	7.431	48	13	5,3	18,80	P
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	159	788	28,50	110,0	1.940,0	194,0	8,26	142,00	28,50	2,24	6,670	12.990	52	13	5,6	22,40	P
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	178	848	33,40	143	2.770	252	9,11	205	37,3	2,48	9,15	22.670	58	17	5,9	26,20	P
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	190	922	39,10	183	3.890	324	9,97	284	47,3	2,69	12,00	37.390	65	17	6,2	30,70	P
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	220	1.040	45,90	242	5.790	429	11,20	420	62,2	3,02	15,40	70.580	72	21	6,6	36,10	P
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	249	1.160	53,80	314	8.360	557	12,50	604	80,5	3,35	20,10	125.900	80	23	7,1	42,20	P
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18	271	1.250	62,60	402	11.770	713	13,70	788	98,5	3,55	26,50	199.100	85	25	7,5	49,10	P
IPE 360	360	170	8,0	12,7	18	299	1.350	72,70	510	16.270	904	15,00	1.040	123,0	3,79	37,30	313.600	90	25	8,0	57,10	P
IPE 400	400	180	8,6	13,5	21	331	1.470	84,50	654	23.130	1.160	16,50	1.320	146,0	3,95	48,30	490.000	95	28	8,6	66,30	P
IPE 450	450	190	9,4	14,6	21	379	1.610	98,80	851	33.740	1.500	18,50	1.680	176,0	4,12	65,90	791.000	100	28	9,4	77,60	P
IPE 500	500	200	10,2	16,0	21	426	1.740	116,00	1.100	48.200	1.930	20,40	2.140	214,0	4,31	91,80	1.249.000	110	28	10,2	90,70	P
IPE 550	550	210	11,1	17,2	24	468	1.880	134,00	1.390	67.120	2.440	22,30	2.670	254,0	4,45	122,00	1.884.000	115	28	11,1	106,00	C
IPE 600	600	220	12,0	19,0	24	514	2.010	155,00	1.760	92.080	3.070	24,30	3.390	308,0	4,66	172,00	2.846.000	120	28	12,0	122,0	C



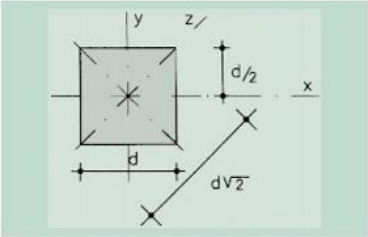
A = Área de la sección
S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
$W_x = 2I_x : h$. Módulo resistente de la sección, respecto a X
$i_x = \sqrt{I_x : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a X
I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
$W_y = 2I_y : b$. Módulo resistente de la sección, respecto a Y
$i_y = \sqrt{I_y : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a Y
I_t = Módulo de torsión de la sección
I_a = Módulo de alabeo de la sección
u = Perímetro de la sección
a = Diámetro del agujero del roblón normal
w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros
h_1 = Altura de la parte plana del alma
p = Peso por m

Perfil	Dimensiones							Términos de sección										Agujeros			Peso	
	h mm	b mm	e mm	e_1 mm	r_1 mm	h_1 mm	u mm	A cm²	S_x cm³	I_x cm⁴	W_x cm³	i_x cm	I_y cm⁴	W_y cm³	i_y cm	I_t cm⁴	I_a cm⁶	w mm	w_1 mm	a mm	p kp/m	
HEB 100	100	100	6,0	10,0	12	56	567	26,0	52,1	450	90	4,16	167	33	2,53	9,34	3.375	55	–	13	20,4	P
HEB 120	120	120	6,5	11,0	12	74	686	34,0	82,6	864	144	5,04	318	53	3,06	14,90	9.410	65	–	17	26,7	P
HEB 140	140	140	7,0	12,0	12	92	805	43,0	123,0	1.509	216	5,93	550	79	3,58	22,50	22.480	75	–	21	33,7	P
HEB 160	160	160	8,0	13,0	15	104	918	54,3	177,0	2.492	311	6,78	889	111	4,05	33,20	47.940	85	–	23	42,6	P
HEB 180	180	180	8,5	14,0	15	122	1.040	65,3	241,0	3.831	426	7,66	1.363	151	4,57	46,50	93.750	100	–	25	51,2	P
HEB 200	200	200	9,0	15,0	18	134	1.150	78,1	321,0	5.696	570	8,54	2.003	200	5,07	63,40	171.100	110	–	25	61,3	P
HEB 220	220	220	9,5	16,0	18	152	1.270	91,0	414,0	8.091	736	9,43	2.843	258	5,59	84,40	295.400	120	–	25	71,5	P
HEB 240	240	240	10,0	17,0	21	164	1.380	106,0	527,0	11.259	938	10,30	3.923	327	6,08	110,00	486.900	90	35	25	83,2	P
HEB 260	260	260	10,0	17,5	24	177	1.500	118,4	641,0	14.919	1.150	11,20	5.135	395	6,58	130,00	753.700	100	40	25	93,0	P
HEB 280	280	280	10,5	18,0	24	196	1.620	131,4	767,0	19.270	1.380	12,10	6.595	471	7,09	153,00	1.130.000	110	45	25	103,0	P
HEB 300	300	300	11,0	19,0	27	208	1.730	149,1	934,0	25.166	1.680	13,00	8.563	571	7,58	192,00	1.688.000	120	50	25	117,0	P
HEB 320	320	300	11,5	20,5	27	225	1.770	161,3	1.070,0	30.823	1.930	13,80	9.239	616	7,57	241,00	2.069.000	120	50	25	127,0	P
HEB 340	340	300	12,0	21,5	27	243	1.810	170,9	1.200,0	36.656	2.160	14,60	9.690	646	7,53	278,00	2.454.000	120	50	25	134,0	P
HEB 360	300	300	12,5	22,5	27	261	1.850	180,6	1.340,0	43.193	2.400	15,50	10.140	676	7,49	320,00	2.883.000	120	50	25	142,0	P
HEB 400	400	300	13,5	24,0	27	298	1.930	197,8	1.620,0	57.680	2.880	17,10	10.819	721	7,40	394,00	3.817.000	120	50	25	155,0	P
HEB 450	450	300	14,0	26,0	27	344	2.030	218,0	1.990,0	79.887	3.550	19,10	11.721	781	7,33	500,00	5.258.000	120	50	25	171,0	P
HEB 500	500	300	14,5	28,0	27	390	2.120	238,6	2.410,0	107.176	4.290	21,20	12.624	842	7,27	625,00	7.018.000	120	45	28	187,0	C
HEB 550	550	300	15,0	29,0	27	438	2.220	254,1	2.800,0	136.691	4.970	23,20	13.077	872	7,17	701,00	8.856.000	120	45	28	199,0	C
HEB 600	600	300	15,5	30,0	27	486	2.320	270,0	3.210,0	171.041	5.700	25,20	13.530	902	7,08	783,00	10.965.000	120	45	28	212,0	C
HEA 100	96	100	5,0	8,0	12	56	561	21,2	41,5	349	73	4,06	134	27	2,51	4,83	2.581	55	–	13	16,7	C
HEA 120	114	120	5,0	8,0	12	74	677	25,3	59,7	606	106	4,89	231	38	3,02	5,81	6.472	65	–	17	19,9	C
HEA 140	133	140	5,5	8,5	12	92	794	31,4	86,7	1.033	155	5,73	389	56	3,52	8,22	15.060	75	–	21	24,7	C
HEA 150	152	160	6,0	9,0	15	104	906	38,8	123,0	1.673	220	6,57	616	77	3,98	11,30	31.410	85	–	23	30,4	C
HEA 180	171	180	6,0	9,5	15	122	1020	45,3	162,0	2.510	294	7,45	925	103	4,52	14,70	60.210	100	–	25	35,5	C
HEA 200	190	200	6,5	10,0	18	134	1140	53,8	215,0	3.692	389	8,28	1.336	134	4,98	19,20	108.000	110	–	25	42,3	C
HEA 220	210	220	7,0	11,0	18	152	1260	64,3	284,0	5.410	515	9,17	1.955	178	5,51	28,00	193.300	120	–	25	50,5	C
HEA 240	230	240	7,5	12,0	21	164	1370	76,8	372,0	7.763	675	10,10	2.769	231	6,00	39,40	328.500	90	35	25	60,3	C
HEA 260	250	260	7,5	12,5	24	177	1480	86,8	460,0	10.455	836	11,00	3.668	282	6,50	47,80	516.400	100	40	25	68,2	C
HEA 280	270	280	8,0	13,0	24	196	1600	97,3	556,0	13.673	1.010	11,90	4.763	340	7,00	58,30	785.400	110	45	25	76,4	C
HEA 300	290	300	8,5	14,0	27	208	1720	112,5	692,0	18.263	1.260	12,70	6.310	421	7,49	77,70	1.200.000	120	50	25	88,3	C
HEA 320	310	300	9,0	15,5	27	225	1760	124,4	814,0	22.928	1.480	13,60	6.985	466	7,49	105,00	1.512.000	120	50	25	97,6	C
HEA 340	330	300	9,5	16,5	27	243	1790	133,5	925,0	27.693	1.680	14,40	7.436	496	7,46	127,00	1.824.000	120	50	25	105,0	C
HEA 360	350	300	10,0	17,5	27	261	1830	142,8	1.040,0	33.090	1.890	15,20	7.887	526	7,43	152,00	2.177.000	120	50	25	112,0	C
HEA 400	390	300	11,0	19,0	27	298	1910	159,0	1.280,0	45.069	2.310	16,80	8.564	571	7,34	197,00	2.942.000	120	50	25	125,0	C
HEA 450	440	300	11,5	21,0	27	344	2010	178,0	1.610,0	63.722	2.900	18,90	9.465	631	7,29	265,00	4.148.000	120	50	25	140,0	C
HEA 500	490	300	12,0	23,0	27	390	2110	197,5	1.970,0	86.975	3.550	21,00	10.367	691	7,24	347,00	5.643.000	120	45	28	155,0	C
HEA 550	540	300	12,5	24,0	27	438	2210	211,8	2.310,0	111.932	4.150	23,00	10.819	721	7,15	398,00	7.189.000	120	45	28	166,0	C
HEA 600	590	300	13,0	25,0	27	486	2310	226,5	2.680,0	141.208	4.790	25,00	11.271	751	7,05	454,00	8.978.000	120	45	28	178,0	C
HEM 100	120	106	12,0	20,0	12	56	619	53,2	118,0	1.143	190	4,63	399	75	2,74	78,90	9.925	55	–	13	41,8	C
HEM 120	140	126	12,5	21,0	12	74	738	66,4	175,0	2.018	288	5,51	703	112	3,25	109,00	24.790	65	–	17	52,1	C
HEM 140	160	146	13,0	22,0	12	92	835	80,6	247,0	3.291	411	6,39	1.144	157	3,77	145,00	54.330	73	–	21	63,2	C
HEM 160	180	166	14,0	23,0	15	104	970	97,1	337,0	5.098	566	7,25	1.759	212	4,26	190,00	108.100	85	–	23	76,2	C
HEM 180	200	186	14,5	24,0	15	122	1.090	113,3	442,0	7.483	748	8,13	2.580	277	4,77	241,00	199.300	95	–	25	88,9	C
HEM 200	220	206	15,0	25,0	18	134	1.200	131,3	568,0	10.620	967	9,00	3.651	354	5,27	301,00	346.300	105	–	25	103,0	C
HEM 220	240	226	15,5	26,0	18	152	1.320	149,4	710,0	14.605	1.220	9,89	5.012	444	5,79	372,00	572.700	115	–	25	117,0	C
HEM 240	270	248	18,0	32,0	21	164	1.460	199,6	1.060,0	24.289	1.800	11,00	8.153	657	6,39	751,00	1.152.000	90	35	25	157,0	C
HEM 260	290	268	18,0	32,5	24	177	1.570	219,6	1.260,0	31.307	2.160	11,90	10.449	780	6,90	848,00	1.728.000	100	40	25	172,0	C
HEM 280	310	288	18,5	33,0	24	196	1.690	240,2	1.480,0	39.547	2.550	12,80	13.163	914	7,40	957,00	2.520.000	110	45	25	189,0	C
HEM 300	320	305	16,0	29,0	27	208	1.780	225,1	1.460,0	40.951	2.560	13,50	13.736	901	7,81	686,00	2.903.000	120	50	25	177,0	C
HEM 300	340	310	21,0	39,0	27	208	1.830	303,1	2.040,0	59.201	3.480	14,00	19.403	1.252	8,00	1.690,00	4.386.000	120	50	25	238,0	C
HEM 320	359	309	21,0	40,0	27	225	1.870	312,0	2.220,0	68.135	3.800	14,80	19.709	1.280	7,95	1.810,00	5.004.000	120	50	25	245,0	C
HEM 340	377	309	21,0	40,0	27	243	1.900	315,8	2.360,0	76.372	4.050	15,60	19.711	1.280	7,90	1.820,00	5.585.000	120	50	25	248,0	C
HEM 360	395	308	21,0	40,0	27	261	1.930	318,8	2.490,0	84.867	4.300	16,30	19.522	1.270	7,83	1.820,00	6.137.000	120	50	25	250,0	C
HEM 400	432	307	21,0	40,0	27	298	2.000	325,8	2.790,0	104.119	4.820	17,90	19.335	1.260	7,70	1.830,00	7.410.000	120	50	25	256,0	C
HEM 450	478	307	21,0	40,0	27	344	2.100	335,4	3.170,0	131.484	5.500	19,80	19.339	1.260	7,59	1.850,00	9.252.000	120	50	25	263,0	C
HEM 500	524	306	21,0	40,0	27	390	2.180	344,3	3.550,0	161.929	6.180	21,70	19.155	1.250	7,46	1.860,00	11.187.000	120	50	28	270,0	C
HEM 550	572	306	21,0	40,0	27	438	2.280	354,4	3.970,0	197.984	6.920	23,60	19.158	1.250	7,35	1.880,00	13.516.000	120	50	28	278,0	C
HEM 600	620	305	21,0	40,0	27	486	2.370	363,7	4.390,0	237.447	7.660	25,60	18.975	1.240	7,22	1.890,00	15.908.000	120	50	28	285,0	C



u = Perímetro
A = Área de la sección
S = Momento estático de media sección, respecto a un eje baricéntrico
I = Momento de inercia de la sección, respecto a un eje baricéntrico
W = $2I : d$. Módulo resistente de la sección, respecto a un eje baricéntrico
i = $\sqrt{I : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a un eje baricéntrico
I_t = Módulo de torsión de la sección

Perfil	Dimensiones			Términos de sección						Peso	
	d mm	e mm	u mm	A cm²	S cm³	I cm⁴	W cm³	i cm	I_t cm⁴	p kp/m	
∅ 40.2	40	2	126	2,39	1,44	4,33	2,16	1,35	8,66	1,88	P
∅ 40.3	40	3	126	3,49	2,05	6,01	3,00	1,31	12,00	2,74	P
∅ 40.4	40	4	126	4,52	2,60	7,42	3,71	1,28	14,80	3,55	C
∅ 45.2	45	2	141	2,70	1,85	6,26	2,78	1,52	12,50	2,12	P
∅ 45.3	45	3	141	3,96	2,65	8,77	3,90	1,49	17,50	3,11	P
∅ 45.4	45	4	141	5,15	3,37	10,90	4,84	1,45	21,80	4,04	C
∅ 50.2	50	2	157	3,02	2,30	8,70	3,48	1,69	17,40	2,37	P
∅ 50.3	50	3	157	4,43	3,31	12,20	4,91	1,66	24,50	3,47	P
∅ 50.4	50	4	157	5,78	4,23	15,40	6,16	1,63	30,80	4,53	P
∅ 55.2	55	2	173	3,33	2,81	11,70	4,25	1,87	23,40	2,61	C
∅ 55.3	55	3	173	4,90	4,06	16,60	6,04	1,84	33,20	3,85	C
∅ 55.4	55	4	173	6,41	5,21	21,00	7,64	2,01	42,00	5,03	C
∅ 60.2	60	2	188	3,64	3,36	15,30	5,11	2,05	30,60	2,86	P
∅ 60.3	60	3	188	5,37	4,87	21,80	7,29	2,01	43,70	4,21	P
∅ 60.4	60	4	188	7,04	6,27	27,70	9,24	1,98	55,40	5,52	P
∅ 65.2	65	2	204	3,96	3,97	19,70	6,06	2,23	39,40	3,11	C
∅ 65.3	65	3	204	5,84	5,78	28,10	8,65	2,19	56,20	4,58	C
∅ 65.4	65	4	204	7,67	7,46	35,80	11,60	2,16	71,60	6,02	C
∅ 70.2	70	2	220	4,27	4,62	24,70	7,05	2,41	49,40	3,35	P
∅ 70.3	70	3	220	6,31	6,73	35,50	10,10	2,37	71,00	4,95	P
∅ 70.4	70	4	220	8,29	8,72	45,30	12,90	2,34	90,60	6,51	C
∅ 75.2	75	2	236	4,58	5,33	30,50	8,15	2,58	61,10	3,60	P
∅ 75.3	75	3	236	6,78	7,78	44,00	11,70	2,54	88,00	5,32	P
∅ 75.4	75	4	236	8,92	10,10	56,30	15,00	2,51	113,00	7,00	P
∅ 80.2	80	2	251	4,90	6,09	37,30	9,33	2,76	74,60	3,85	C
∅ 80.3	80	3	251	7,26	8,90	53,90	13,50	2,72	108,00	5,70	C
∅ 80.4	80	4	251	9,55	11,60	69,10	17,30	2,69	138,00	7,50	C
∅ 90.3	90	3	283	8,19	11,40	77,60	17,30	3,07	155,00	6,43	P
∅ 90.4	90	4	283	10,80	14,80	100,00	22,30	3,04	200,00	8,48	P
∅ 90.5	90	5	283	13,40	18,10	121,00	26,90	3,01	242,00	10,50	P
∅ 100.3	100	3	314	9,14	14,10	108,00	21,50	3,43	215,00	7,17	P
∅ 100.4	100	4	314	12,10	18,40	139,00	27,80	3,39	278,00	9,47	P
∅ 100.5	100	5	314	14,90	22,60	169,00	33,80	3,36	238,00	11,70	P
∅ 100.6	100	6	314	17,70	26,50	196,00	39,30	3,33	393,00	13,90	C
∅ 125.4	125	4	393	15,20	29,30	279,00	44,60	4,28	557,00	11,90	C
∅ 125.5	125	5	393	18,80	36,00	340,00	54,40	4,24	680,00	14,80	C
∅ 125.6	125	6	393	22,40	42,50	398,00	63,70	4,21	796,00	17,60	C
∅ 155.5	155	5	487	23,60	56,20	663,00	85,50	5,30	1.330,00	18,50	C
∅ 155.6	155	6	487	28,10	66,60	781,00	101,00	5,27	1.560,00	22,10	C
∅ 155.8	155	8	487	36,90	86,50	1.000,00	129,00	5,21	2.000,00	29,00	C
∅ 175.5	175	5	550	26,70	72,30	966,00	110,00	6,01	1.330,00	21,00	C
∅ 175.6	175	6	550	31,90	85,70	1.140,00	130,00	5,98	2.280,00	25,00	C
∅ 175.8	175	8	550	42,00	112,00	1.470,00	168,00	5,92	2.940,00	33,00	C
∅ 200.5	200	5	628	30,60	95,10	1.460,00	146,00	6,91	2.920,00	24,00	C
∅ 200.6	200	6	628	36,60	113,00	1.720,00	172,00	6,86	3.440,00	28,70	C
∅ 200.8	200	8	628	48,30	148,00	2.230,00	223,00	6,79	4.460,00	37,90	C



A = Área de la sección

$I_x = I_z$. Momento de inercia de la sección

$W_x = 2I_x : d$. Módulo resistente de la sección, respecto al eje X

$W_z = \sqrt{2}I_x : d$. Módulo resistente de la sección, respecto al eje Z

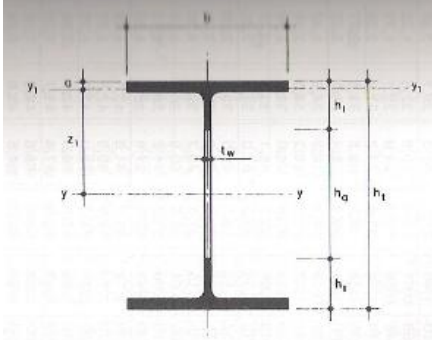
i_x = Radio de giro de la sección

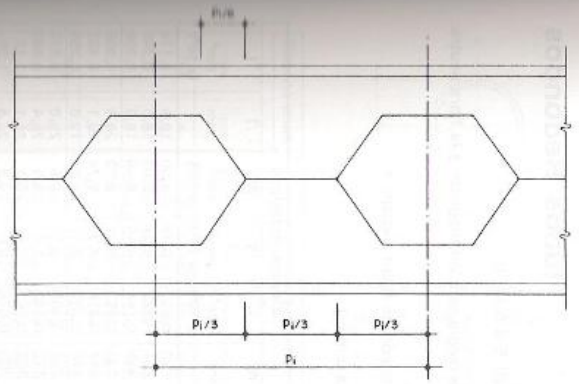
u = Perímetro

p = Peso por m

Productol	Dimensiones		Términos de sección					Peso	
	d mm	u mm	A cm²	$I_x = I_x$ cm⁴	W_x cm³	W_y cm³	i_x cm	p kp/m	
≠ 6	6	24	0,360	0,0108	0,0360	0,0255	0,175	0,283	P
≠ 7	7	28	0,490	0,0200	0,0572	0,0404	0,202	0,385	P
≠ 8	8	32	0,640	0,0341	0,0853	0,0603	0,230	0,502	P
≠ 10	10	40	1,000	0,0833	0,1670	0,1180	0,288	0,785	P
≠ 12	12	48	1,440	0,1730	0,2880	0,2040	0,347	1,130	P
≠ 14	14	56	1,960	0,3200	0,4570	0,3230	0,404	1,540	P
≠ 16	16	64	2,560	0,5460	0,6830	0,4830	0,463	2,010	P
≠ 18	18	72	3,240	0,8750	0,9720	0,6870	0,520	2,540	P
≠ 20	20	80	4,000	1,3300	1,3300	0,9430	0,577	3,140	P
≠ 22	22	88	4,84	1,95	1,77	1,25	0,635	3,80	C
≠ 25	25	100	6,25	3,26	2,60	1,84	0,722	4,91	P
≠ 28	28	112	7,84	5,12	3,66	2,59	0,808	6,15	P
≠ 30	30	120	9,00	6,75	4,50	3,18	0,866	7,07	C
≠ 32	32	128	10,20	8,74	5,46	3,86	0,926	8,04	P
≠ 36	36	144	13,00	14,00	7,78	5,50	1,040	10,20	C
≠ 40	40	160	16,00	21,30	10,60	7,54	1,150	12,60	P
≠ 45	45	180	20,30	34,20	15,10	10,70	1,300	15,90	C
≠ 50	50	200	25,00	52,10	20,90	14,70	1,440	19,60	P

Obtenidos de HEB





HEB	Dimensiones						Posición de los ejes		Valores estáticos					m	p
	h_c	b	t_w	h_l	h_a	p_l	a	z_1	A_1	I_y	W_y	I_1	W_1		
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm^2	mm^4 (x 10^6)	mm^3 (x 10^3)	mm^4 (x 10^6)	mm^3 (x 10^3)	kg/m	kN/m
140	210	140	7	35	140	250	7,51	97,5	1840	35,1	334	0,052	1,89	33,7	0,337
160	230	160	8	45	140	250	8,95	106	2340	52,6	457	0,137	3,79	42,6	0,426
180	260	180	8,5	50	160	250	9,70	120	2830	82,8	637	0,203	5,05	51,2	0,512
200	280	200	9	60	160	360	11,0	129	3400	114	815	0,388	7,93	61,3	0,613
220	320	220	9,5	60	200	360	11,2	149	3940	175	1092	0,403	8,26	71,5	0,715
240	320	240	10	80	160	414	13,8	146	4710	203	1269	1,07	16,1	83,2	0,832
260	360	260	10	80	200	414	13,6	166	5170	287	1594	1,08	16,2	93,0	0,930
280	400	280	10,5	80	240	414	13,6	186	5690	397	1985	1,13	17,1	103	1,03
300	420	300	11	90	240	504	14,9	195	6480	498	2372	1,71	22,8	117	1,17
320	460	300	11,5	90	280	504	14,9	215	6950	648	2820	1,77	24,2	127	1,27
340	500	300	12	90	320	504	15,8	234	7270	805	3220	1,80	24,2	134	1,34
360	500	300	12,5	110	320	630	18,9	231	7840	840	3360	3,54	38,9	142	1,42
400	580	300	13,5	110	360	630	19,6	270	8360	1230	4241	3,73	41,3	155	1,55
450	650	300	14	125	400	630	22,4	303	9180	1693	5209	5,72	55,7	171	1,71
500	700	300	14,5	150	400	837	27,0	323	10200	2143	6122	10,43	84,8	187	1,87
550	750	300	15	175	400	837	32,2	343	10900	2590	6900	17,26	121	199	1,99
600	800	300	15,5	200	400	837	37,6	362	11600	3110	7775	26,74	164	212	2,12

Notas: A_1: Area de la semisección del aligeramiento máximo.
I_y : Momento de inercia del perfil completo.
I_{y1}: Momento de inercia de la semisección del aligeramiento máximo.